UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Estudio de viabilidad para el dimensionamiento de un sistema solar on-grid en las zonas comunes del Conjunto Residencial Hayuelos Reservados II ubicado en la ciudad de Bogotá

Autor

Andrés Abel García Bojacá

Edgar David Lasso López

Tutor

GUILLERMO ENRIQUE REAL FLÓREZ

Ingeniero Industrial

Especialista en Gerencia de Producción

Magíster en Ingeniería Industrial

Universidad Distrital Francisco José De Caldas

Especialización en Gestión de Proyectos de Ingeniería

Facultad de Ingeniería

Bogotá, Colombia

junio de 2021

CONTENIDO

RESUMEN 12

PALABRAS CLAVE 13

INTRODUCCIÓN 14

1. CONTEXTO E IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO 16

1.1 ALCANCE: 16

1.2 IDENTIFICACIÓN: 16

1.2.1 DIAGNÓSTICO DEL SECTOR A NIVEL INTERNACIONAL 16

1.2.2 DIAGNÓSTICO SECTORIAL NACIONAL 22

1.2.2.1 ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN COLOMBIA 23

1.2.2.1.1 EVOLUCIÓN TÉCNICA 26

1.2.2.1.2 IMPACTO SOCIO - AMBIENTAL 27

1.2.3 DIAGNOSTICO REGIONAL 30

1.2.3.1 DEMOGRAFÍA 30

1.2.3.2 CARACTERIZACIÓN DE PERSONAS Y VIVIENDA 32

1.2.3.3 CONSUMO ENERGÉTICO RESIDENCIAL EN LA REGIÓN CAPITAL 33

1.2.3.4 TARIFA DE ENERGÍA EN BOGOTÁ 34

1.3 INVOLUCRADOS. 35

1.4 ÁRBOL DE PROBLEMAS. 36

1.5 ÁRBOL DE SOLUCIONES. 37

1.6 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 38

1.7 FACTORES IN-OUT. 39

1.8 BENEFICIOS 40

1.9 RESPONSABLES 41
1.10 A QUIEN SE LE ENTREGA 41
1.11 MARCO REFERENCIA 42
1.11.1 ESTADO DE ARTE. 42
1.11.2 SECTOR ENERGÉTICO A NIVEL MUNDIAL 44
1.11.3 ENERGÍAS RENOVABLES EN EL MUNDO 46
1.11.4 ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN EL MUNDO 47
1.11.5 SUMINISTRO DE ENERGÍA EN COLOMBIA 48
1.11.6 ENERGÍAS RENOVABLES EN COLOMBIA 49
1.11.7 DESARROLLO DE LA ENERGÍA SOLAR EN COLOMBIA 50
1.12 MARCO CONCEPTUAL. 52
1.12.1 ENERGÍA SOLAR 52
1.12.1.1 EFECTO FOTOVOLTAICO 52
1.12.1.2 LA RADIACIÓN SOLAR 54
1.12.1.2.1 GENERACIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR 54
1.12.1.2.2 DISTRIBUCIÓN ESPECTRAL DE LA RADIACIÓN SOLAR 55
1.12.2 SISTEMAS FOTOVOLTAICOS DE CONEXIÓN A RED 55
1.12.2.1 COMPONENTES DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO A LA RED. 57
1.12.3 SISTEMAS FOTOVOLTAICOS AUTÓNOMOS 59
1.12.3.1 COMPONENTES DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO AUTÓNOMO 61
1.13 MARCO LEGAL 63
1.13.1 NORMAS INTERNACIONALES 63
1.13.2 NORMAS NACIONALES 64
2. ANÁLISIS DEL MERCADO 68

2.1 OFERTA Y DEMANDA 68
2.2 MERCADO OBJETIVO 69
2.3 MEDICIÓN DE SATISFACCIÓN 70
2.4 CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO. 71
2.4.1 ESPECIFICACIONES DEL DIAGNÓSTICO 71
2.4.2 INSTALACIÓN 71
2.4.3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS 72
2.4.4 MANTENIMIENTO 75
2.4.5 FABRICANTES 75
2.4.6 PRECIO Y CALIDAD 76
2.4.7 CANALES DE DISTRIBUCIÓN 76
2.5 CARACTERIZACIÓN COMPETENCIA POLÍTICAS Y PRECIOS. 76
2.6 TÉCNICAS Y FORMAS DE ANÁLISIS 78
2.7 MUESTRA 79
2.8 ENCUESTA 80
2.9 CONSTRUCCIÓN DE LA ENCUESTA 80
2.10 RESUMEN DE LA ENCUESTA 81
2.11 CAPACIDAD DEL PROYECTO 83
2.12 PLAN DE VENTAS 84
3. PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO 85
3.1 OBJETIVOS: 85
3.1.1 OBJETIVO GENERAL: 85
3.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS: 85
3.2 ÁRBOL DE OBJETIVOS: 85
3.3 ACCIONES PARA ABORDAR LOS OBJETIVOS Y SUS LIMITANTES 86

3.4 RIESGOS Y COMO MITIGARLOS 88
3.5 POLÍTICA DE CALIDAD 91
3.5.1 POLÍTICA INTEGRAL 91
3.5.2 RESPONSABILIDAD SOCIAL EMPRESARIAL 92
3.5.3 POLÍTICA DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO 92
3.5.4 POLÍTICA AMBIENTAL 93
4. INGENIERÍA DEL PROYECTO 94
4.1 EJECUCIÓN DEL PROYECTO 94
4.2 DISEÑO 101
4.2.1 CÁLCULO DEL PANEL SOLAR 101
4.2.2 CÁLCULO DEL INVERSOR 104
4.2.3 SELECCIÓN EQUIPO DE MEDIDA 105
4.3 REDISEÑO. 106
4.4 DIAGRAMAS DE PROCESO 108
4.5 TAMAÑO SISTEMA 112
4.6 RECURSOS 112
4.7 MATERIALES 113
4.8 MACRO LOCALIZACIÓN 114
4.9 MICRO LOCALIZACIÓN 115
4.10 RESULTADO 116
4.11 ANÁLISIS DE IMPACTO AMBIENTAL 120
5. ESTUDIO ADMINISTRATIVO 124
5.1 MISIÓN 124
5.2 VISIÓN 124
5.3 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL 124

5.4 COMPETENCIAS 125
5.5 INFORMACIÓN. 131
5.6 IMPACTO LABORAL 131
6. ESTUDIO ECONÓMICO - FINANCIERO 132
6.1 SUPUESTOS 132
6.2 COSTOS 133
6.3 INGRESOS 134
6.4 FLUJO DE CAJA 134
6.5 ESCENARIOS 137
6.6 APALANCAMIENTO 137
6.7 INDICADORES FINANCIEROS (VPN, TIR, TUR, RBC) 145
6.8 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD 147
6.9 ALTERNATIVAS FINANCIERAS 157
6.9.1 REDUCCIÓN DE LA RENTA AL 50% POR 5 AÑOS. 157
6.9.2 EXENCIÓN DEL IVA PARA EQUIPOS Y SERVICIOS DESTINADOS AL DESARROLLO DE FNCE. 158
6.9.3 EXENCIÓN DE LOS DERECHOS ARANCELARIOS. 158
6.9.4 DEPRECIACIÓN ACELERADA DE EQUIPOS DESTINADOS A FNCE 158
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 160
8. REFERENCIAS 161
9. ANEXOS 171
9.1 MATRIZ DE OPERACIONALIDAD DE VARIABLES 171
9.1.1 FACTOR TENDENCIA 171
9.1.2 FACTOR PRODUCTO 172
9.1.3 FACTOR OFERTA DE PRODUCTO 174

9.1.4 FACTOR DEMANDA 175
9.1.5 FACTOR PRECIO 176
9.1.6 FACTOR CANALES DE DISTRIBUCIÓN 177
9.1.7 FACTOR ESTRATÉGIA DE COMERCIALIZACIÓN 178
9.2 MATRIZ AMBIENTAL 179
9.3 RECOMENDACIONES PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO. 182
9.3.1 COMENZAR CON UNA REUNIÓN DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO ... 182
9.3.2 SUPERVISAR Y CONTROLAR LOS POSIBLES RIESGOS 182
9.3.2.1 RIESGOS INTERNOS 182
9.3.2.2 RIESGOS EXTERNOS 183
9.3.2.2.1 GESTIONAR TODO EN TIEMPO REAL 184
9.3.2.2.2 VERIFICAR TODO ANTES DE QUE SE ENTREGUE EL PROYECTO. 185
9.4 RESULTADOS ENCUESTA 185

Tabla 1 Matriz FODA 29
Tabla 2 Cantidad de viviendas, hogares y personas por localidad 31
Tabla 3 Tarifa de energía para áreas comunes 34
Tabla 4 Matriz de interesados 35
Tabla 5 Beneficios 40
Tabla 6 Asignación de responsabilidades 41
Tabla 7 Proveedores 75
Tabla 8 Cuadro comparativo de la competencia 77
Tabla 9 Demanda histórica 83
Tabla 10 Acciones para abordar los objetivos y limitantes 87
Tabla 11 Criterios de valoración 88
Tabla 12 Identificación y valoración de riesgos 89
Tabla 13 Acciones correctivas 91
Tabla 14 Plan de trabajo 95
Tabla 15 Tiempo disponible operario 100
Tabla 16 Recursos necesarios 100
Tabla 17 Parámetros técnicos 118
Tabla 18 Reducción de CO2 123
Tabla 19 Perfil Gerente General 126
Tabla 20 Perfil Asistente 127
Tabla 21 Perfil Contador 128
Tabla 22 Perfil Asistente Comercial 129
Tabla 23 Ingeniero Eléctrico 130
Tabla 24 Técnico Electricista 131
Tabla 25 Costos de inversión 133
Tabla 26 Ingresos 134
Tabla 27 Indicadores financieros 146
Tabla 28 Indicadores financieros 150
Tabla 29 Indicadores financieros 154
Tabla 30 Indicadores financieros 156
Tabla 31 Riesgos Externos 184

Ilustración 1 Consumo de energía mundial para el año 2016..... 18
Ilustración 2 Consumo de energías renovables para el año 2016..... 18
Ilustración 3 Línea de tiempo de la energía solar en Colombia..... 23
Ilustración 4 Explotación y producción nacional de recursos energéticos primarios en el año 2012 24
Ilustración 5 . Demanda interna de recursos energéticos primarios en el año 2012. 25
Ilustración 6 Demanda doméstica de energía final por sector en el año 2012..... 26
Ilustración 7 Indicador de consumo de energía Residencial por estrato..... 33
Ilustración 8 Árbol de problemas..... 36
Ilustración 9 Árbol de soluciones 37
Ilustración 10 factores in out del estudio de viabilidad para el dimensionamiento de un sistema sola On Grid 39
Ilustración 11 Distribución energética primaria mundial 45
Ilustración 12 Distribución de la oferta de energía primaria mundial a partir de fuentes de energía renovable en el año 2007..... 46
Ilustración 13 Tasa de crecimiento anual promedio en el periodo 1990-2007 47
Ilustración 14 Aumento en la capacidad instalada de energía solar fotovoltaica en el mundo. 48
Ilustración 15 Participación de generación eléctrica en el año 2013 49
Ilustración 16 Esquema de un SFCR 57
Ilustración 17 Paneles solares 58
Ilustración 18 Esquema eléctrico de un inversor DC/AC 59
Ilustración 19 Esquema eléctrico de un sistema fotovoltaico autónomo. 61
Ilustración 20 Banco de batería para sistemas fotovoltaicos. 62
Ilustración 21 Regulador de Carga para sistemas fotovoltaicos. 63
Ilustración 22 Esquema del Sistema Fotovoltaico Conectado a la Red..... 69
Ilustración 23 Panel solar..... 73
Ilustración 24 Inversor..... 73
Ilustración 25 Medidor bidireccional..... 74
Ilustración 26 Transformador de corriente..... 74
Ilustración 27 Diagrama Radar 78
Ilustración 28 Árbol de objetivos 86

Ilustración 29 Nivel de riesgo 90
Ilustración 30 Matriz de riesgo 90
Ilustración 31 Ruta Crítica 98
Ilustración 32 Diagrama de Gantt 99
Ilustración 33 Comportamiento consumo de energía 102
Ilustración 34 irradiación promedio anual 103
Ilustración 35 Diagrama unifilar existente 107
Ilustración 36 Diagrama unifilar – integración sistema solar a sistema tradicional 108
Ilustración 37 Simbología 109
Ilustración 38 Diagrama de flujo implementación sistema fotovoltaico 110
Ilustración 39 Porcentaje de participación de energía eléctrica tradicional vs energía solar 112
Ilustración 40 Micro localización del proyecto 116
Ilustración 41 Parámetros para determinar la disposición de los equipos fotovoltaicos 117
Ilustración 42 Disposición de los equipos fotovoltaicos 118
Ilustración 43 Diagrama topológico 119
Ilustración 44 Consumo diario en kWh vs aporte energético del sistema solar fotovoltaico. 120
Ilustración 45 Valoración del impacto ambiental 121
Ilustración 46 Rango de importancia 122
Ilustración 47 Significancia del impacto ambiental 123
Ilustración 48 Estructura organizacional 125
Ilustración 49 Flujo de caja sin financiamiento 135
Ilustración 50 Flujo de caja con el 25% de apalancamiento. 138
Ilustración 51 Flujo de caja con el 50% de apalancamiento. 140
Ilustración 52 Flujo de caja con el 75% de apalancamiento. 143
Ilustración 53 Flujo de caja para la situación favorable (incremento del 5%) 148
Ilustración 54 Flujo de caja para la situación crítica (disminución del 5%) 151
Ilustración 55 Flujo de caja para la situación supremamente critica (disminución del 20%) 154
Ilustración 56 Factor Tendencia 171
Ilustración 57 1era Parte Factor Producto 172

Ilustración 58 2da parte factor producto 173
Ilustración 59 Factor Oferta de producto 174
Ilustración 60 Factor Demanda 175
Ilustración 61 Factor Precio 176
Ilustración 62 Factores Canales de Comercialización 177
Ilustración 63 Factor Estrategia de Comercialización 178
Ilustración 64 Matriz ambiental 1era Parte 179
Ilustración 65 Matriz Ambiental 2da Parte 180
Ilustración 66 Matriz ambiental 3ra Parte 181

RESUMEN

La alta demanda de energía en el Conjunto Residencial Hayuelos Reservados II ubicado en la ciudad de Bogotá ha dado lugar al incremento del costo de la facturación en el servicio de energía para las zonas comunes, por lo que surge la duda de ¿Cómo integrar un sistema fotovoltaico On Grid a la red de energía tradicional para zonas comunes de forma que su uso genere una ventaja económica al Conjunto Residencial Hayuelos Reservados II?

Este trabajo presenta el estudio de viabilidad del dimensionamiento de un sistema fotovoltaico On Grid, en donde se consideró un estudio de mercado, técnico, administrativo y financiero. Como resultado el proyecto ofrecerá el 33% de la demanda total de las zonas comunes de la unidad Residencial, y el mejor modelo económico, es la inversión sin ningún grado de apalancamiento.

PALABRAS CLAVE

Sistema On Grid

Medidor Bidireccional

Inversor

Panel solar

INTRODUCCIÓN

Este proyecto se centró en estudiar la viabilidad para el dimensionamiento de un sistema solar On Grid en las zonas comunes del Conjunto Residencial Hayuelos Reservados II. Este trabajo se constituye de siete capítulos, los cuales son componentes fundamentales para poder cumplir con el objetivo principal.

El primer capítulo denominado contexto e identificación del proyecto básicamente proporciona un amplio panorama de las fuentes de energía no convencionales a nivel regional, nacional e internacional. Este apéndice permite evidenciar el potencial que tiene la generación de energía solar renovable en el país. Adicionalmente, se establece la problemática existente y aterrizada al proyecto.

El segundo capítulo, análisis del mercado permite obtener la percepción general de los residentes del Conjunto, evaluando una serie de factores como lo son tendencia, producto, oferta, demanda, precios, canales de distribución y estrategias de comercialización. Lo anterior, para identificar la demanda cualitativa y cuantitativa.

El objetivo general y los específicos son planteados en el tercer capítulo junto con las acciones para abordarlos, posibles soluciones, identificación de riesgos, acciones de mitigación y políticas del proyecto. En consecuencia, permite estar preparados ante cualquier eventualidad que pueda poner en riesgo el desarrollo del proyecto.

La ingeniería del proyecto que representa el cuarto capítulo, permite establecer las actividades necesarias para llevar a cabo la implementación del proyecto, el dimensionamiento del sistema, los recursos, materiales y la identificación del área de influencia del proyecto. De esta manera, se precisan los elementos necesarios para poder llevar a cabo el desarrollo del proyecto.

La organización a nivel administrativo que constituye el capítulo cinco, establece el orden y la distribución interna del proyecto, indicando los roles, la misión, la visión, la estructura organizacional, competencias e impacto laboral. Dentro del capítulo se contempla una

estructura organizacional que garantiza un buen flujo de comunicación, desempeño de las tareas y funciones asignadas.

El capítulo seis, estudio económico – financiero permite proyectar diferentes escenarios a través de supuestos, y de esta manera poder evaluar la opción más viable, que soporte y justifique positivamente la inversión del proyecto. Los supuestos son realizados con base en porcentajes de financiación a un 25%, 50% y 75%.

1. CONTEXTO E IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO

1.1 ALCANCE:

El proyecto “Estudio de viabilidad para el dimensionamiento de un sistema solar on-grid en el Conjunto Residencial Hayuelos Reservados II ubicado en la ciudad de Bogotá” se caracteriza por la elaboración de una propuesta de un sistema solar fotovoltaico en una cubierta tipo teja en el edificio comunal, ubicado en la ciudad de Bogotá – Cundinamarca, con el fin de satisfacer la demanda de energía eléctrica generada en las áreas comunes. Lo anterior implica, una evaluación dentro del contexto de mercado, técnico, financiero, normativo y ambiental. Las decisiones y cálculos serán llevados a cabo por los integrantes del proyecto, y la decisión de implementación y financiación futura estará a cargo de la asamblea de copropietarios. Los gastos correspondientes al estudio de pre factibilidad serán asumidos por los integrantes del proyecto.

El desarrollo del proyecto no incluye ingeniería de detalle, esquemas de conexión, recorridos internos, detalles de construcción, trámites legales, técnicos y financieros.

1.2 IDENTIFICACIÓN:

A continuación, se plasma un diagnostico regional, nacional e internacional enfocado o dirigido a entender el comportamiento de la energía renovable.

1.2.1 DIAGNÓSTICO DEL SECTOR A NIVEL INTERNACIONAL

Según el artículo, un panorama de las energías renovables en el Mundo, Latinoamérica y Colombia (Robles Algarin & Rodríguez Álvarez , 2018), el consumo de energías renovables se ha incrementado en un promedio de 2.3% desde el año 2015, lo cual ha contribuido a que las emisiones globales de carbono asociadas al consumo de energía se mantuvieron estables para el año 2014, al tiempo que la economía mundial creció. Según la Energy International Agency (2017) (IEO, 2017),

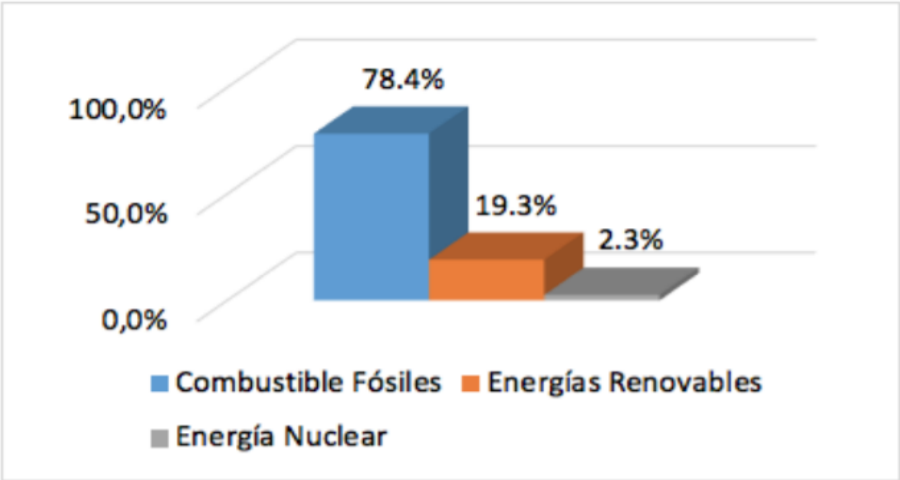
tales efectos han sido atribuidos al aumento en la penetración de las energías renovables (ER) y las mejoras en la eficiencia energética.

En la actualidad mundial existe una conciencia de la importancia de las energías renovables y la eficiencia energética como mecanismos fundamentales para abordar el cambio climático, la creación de nuevas oportunidades económicas y proporcionar acceso a la energía a millones de personas que aún viven sin servicios de energía modernos. En este contexto, la asamblea general de las Naciones Unidas declaró en el 2014 el primer año de una década de energía sostenible para todos (SE4ALL, 2014), donde se apunta a duplicar la participación de las energías renovables en el sistema energético desde una línea base del 18% en 2010 al 36% en 2030 (United Nation, 2013).

Según la International Renewable Energy Agency (IRENA), en el año 2016 las energías renovables proporcionaron un estimado de 19.3% del consumo mundial de energía. Se destaca la producción de energía a partir de la biomasa para calefacción y cocina en las áreas rurales en los países en vía de desarrollo con una representación alrededor del 9.1%, una participación del 10.2% para las energías renovables modernas como la energía solar fotovoltaica, eólica, hidroeléctrica, solar térmica y biocombustibles (REN21, RENEWABLES 2017 GLOBAL STATUS REPORT, 2017).

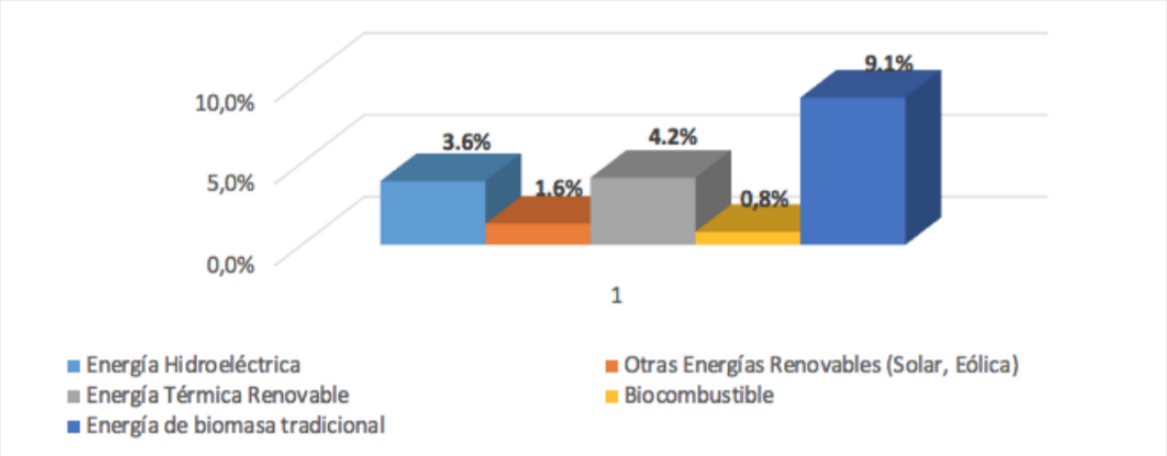
En las Ilustraciones 1 y 2 se resumen los datos presentados en relación a la distribución de las energías renovables en el consumo mundial de energía.

Ilustración 1 Consumo de energía mundial para el año 2016



Fuente. (REN21, 2017).

Ilustración 2 Consumo de energías renovables para el año 2016



Fuente: (REN21, 2017).

El crecimiento de las energías renovables, se ha visto impulsado por el aumento en la relación costo-competitividad lo cual ha hecho que en muchos países los costos sean competitivos con las fuentes de energía convencional. Tal es el caso de las zonas rurales de difícil acceso, en las que las energías renovables están desempeñando un rol progresivo en el suministro de servicios energéticos esenciales y para el sector productivo; en gran parte debido al reconocimiento creciente de su rentabilidad.

No obstante, el crecimiento de las energías renovables sigue siendo moderado en virtud de los subsidios que aún reciben los combustibles fósiles y la energía nuclear; particularmente en los países en vía de desarrollo. A continuación, se presentan algunas cifras del crecimiento de las energías renovables en el sector de la energía a nivel mundial:

En la Unión Europea, las energías renovables representaron el 86% de la capacidad de generación de energía, con mayor participación de la energía eólica y la fotovoltaica (REN21, 2017). Alemania incrementó su participación del 10.5 % en 2010 a 24% en 2014; mientras que un país como Escocia suministra cerca de la mitad de su electricidad a partir de energías renovables (REN21, RENEWABLES 2015 GLOBAL STATUS REPORT, 2015)

En Estados Unidos las energías renovables representaron más del 15% del total de generación de electricidad. Se destaca un aumento notable en la electricidad generada por la energía eólica y la fotovoltaica; mientras que se presentó disminución en la generación de bioenergía (REN21, 2017).

En Latinoamérica y el Caribe, Brasil fue el líder en nueva capacidad instalada de ER, con un record de 2.5 GW de capacidad de generación con energía eólica para el 2014 (REN21, RENEWABLES 2015 GLOBAL STATUS REPORT, 2015); mientras que Uruguay es el país que añadió más capacidad de generación de energía eólica per cápita a nivel mundial en los últimos años. En este país, la energía eólica alcanzó a suministrar el 22.8% del consumo de electricidad en el 2016 (REN21, 2017).

En Asia se tiene la mayor capacidad de generación de energías renovables instalada. El líder es China, el cual es el país con mayor capacidad de producción de energía solar, eólica e hidroeléctrica. De igual forma, Tailandia incrementó su producción de energía solar en una proporción que supera a muchos países europeos; además de Filipinas y Pakistán que han incrementado notablemente su capacidad instalada en energía eólica (REN21, RENEWABLES 2015 GLOBAL STATUS REPORT, 2015).

En Australia, que es líder de la región de Oceanía en capacidad de electricidad renovable, el mayor porcentaje lo tienen las hidroeléctricas con el 59% y la energía eólica con el 32% (REN21,2017).

En África también se viene presentando un aumento en las instalaciones a partir de ER. Sudáfrica se convirtió en uno de los 10 mejores mercados de la energía solar, por delante de la India, además está realizando las primeras instalaciones en energía eólica. En Kenia, se tiene instalado más de la mitad de la capacidad geotérmica del mundo (REN21, RENEWABLES 2015 GLOBAL STATUS REPORT, 2015).

Según la International Energy Agency (Agency, 2014), la eficiencia media de los módulos fotovoltaicos (FV) de silicio comerciales ha mejorado en los últimos diez años en alrededor de 0.3 % por año, llegando a un valor de 16% en 2013. Los módulos comerciales de mejor desempeño, con base en diferentes tecnologías de fabricación alcanzan eficiencias entre un 19% y 21% (Schallenberg Rodríguez, y otros, 2008). Generalmente los módulos FV son garantizados para una vida útil de 25 años, como mínimo, trabajando en el 80% de su potencia nominal, a veces durante 30 años en el 70% de su potencia nominal. Las estadísticas y proyecciones a nivel mundial son: (International Energy Agency, 2014; International Renewable Energy Agency, 2013; REN21, 2015; REN21, 2017; International Energy Agency, 2017).

Desde el 2010, en el mundo se ha adicionado más capacidad en energía FV que en las cuatro décadas anteriores. Los nuevos sistemas fueron instalados en 2013 a un ritmo de 100 MW de capacidad por día. A inicios del año 2014 la capacidad global superó los 150 GW. Durante el 2016 se agregaron 75GWdc de capacidad solar fotovoltaica a nivel mundial, lo cual equivale a la instalación de más de 31,000 paneles solares por hora.

El patrón geográfico de despliegue está cambiando rápidamente. Mientras que algunos países europeos, encabezados por Alemania e Italia, iniciaron a gran escala el desarrollo de sistemas FV; desde el año 2013, la República Popular China ha liderado el mercado FV mundial, seguido por Japón y Estados Unidos. Las cifras más recientes presentadas en el 2017, muestran que el 85% de la capacidad

instalada estuvo focalizada en 5 mercados: China, Estados Unidos, Japón, India y el Reino Unido. Los líderes en capacidad solar FV por habitante son Alemania, Japón, Italia, Bélgica y Australia.

Casi 11 GW de capacidad FV estaban conectados a la red en Europa en 2013, en comparación con 17.7 GW en 2012 y más de 22.4 GW en 2011.

En datos de la European Photovoltaic Industry Association (2014), China fue el principal mercado en 2013 con 11.8 GW de los cuales 500 MW representan sistemas aislados. China fue seguido por Japón con 6.9 GW y los EEUU con 4.8 GW.

En América Latina, en el año 2014, entraron en funcionamiento 625 MW de energía FV, frente a los 133 MW instalados en el 2013. El principal artífice de este incremento fue Chile aportando en un 75% del incremento total, seguido de forma distante por México y Brasil. Chile agregó 0.7GW en 2016 para finalizar el año con un total de 1.6GW. México adicionó 150 MW para un total instalado de 0.3 GW.

Los precios de los sistemas FV se han dividido por tres en los últimos seis años en la mayoría de los mercados, mientras que los precios de los módulos FV se han dividido por cinco. El costo de la electricidad a partir de nuevos sistemas construidos varía de 90 a 300 USD/MWh, dependiendo del recurso solar; el tipo, tamaño, costo de los sistemas, madurez de los mercados y los costos del capital.

Se estima que la participación de la energía FV en la producción de la electricidad mundial alcance un 16% en 2050, lo cual representaría un aumento significativo de la meta del 11% en la hoja de ruta de 2010. La generación fotovoltaica contribuiría con un 17% de toda la electricidad limpia, y el 20% de toda la electricidad renovable. Se espera que China continúe liderando el mercado mundial, lo que representa alrededor del 37% de la capacidad mundial para el año 2050.

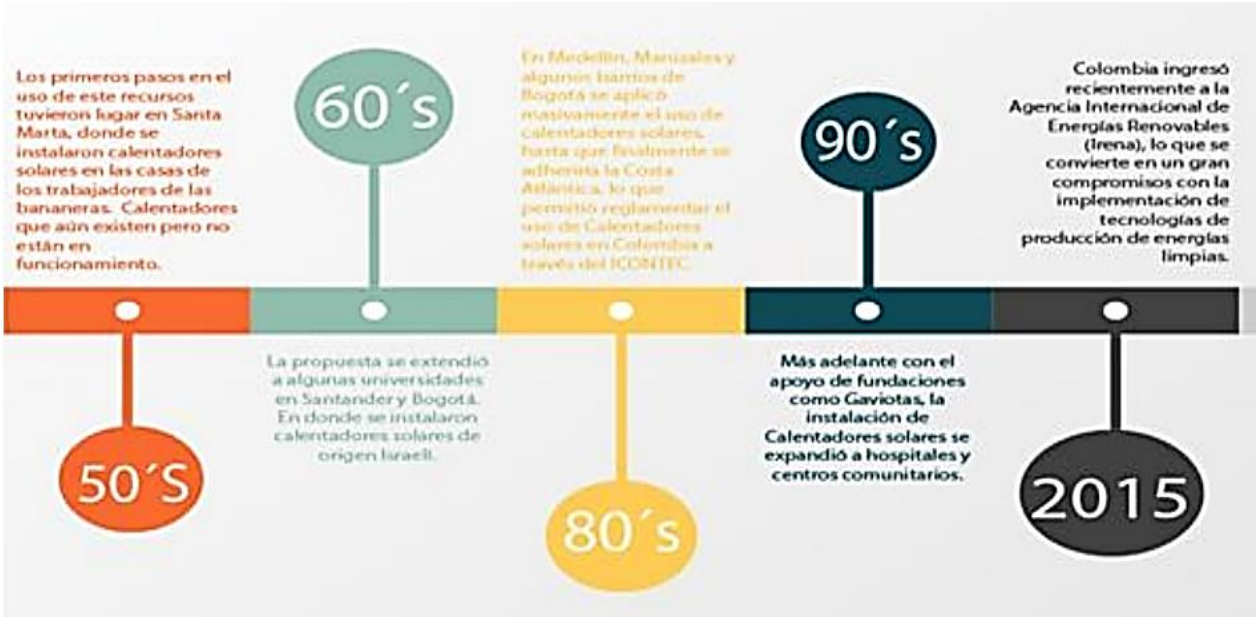
Para lograr las estadísticas anteriores, se espera que los costos de la electricidad a partir de energía FV en diferentes partes del mundo se reduzcan en un 25% para el 2020, 45% en 2030, y el 65% en 2050; lo que lleva a un rango de 40 a 160 USD/MWh.

1.2.2 DIAGNÓSTICO SECTORIAL NACIONAL

Desde finales del siglo pasado Colombia entró en la dinámica mundial de la imperiosa necesidad de evolucionar en sus sistemas de generación, transmisión y administración de la energía que produce y consume, se reconoce como uno de los países con mayor potencial en la producción de energías renovables en la región, es por esto que, la generación de energía utilizando como fuente la luz solar, es un tema de mucha relevancia en el país, y ha venido evolucionando de manera exponencial, ya que las condiciones naturales lo colocan en una posición privilegiada en relación a otros países en el mundo para desarrollar proyectos de generación de energía solar fotovoltaica. La energía eléctrica ingreso a la vida de los colombianos a finales del siglo XIX, y fueron Bogotá en 1890, seguida de Bucaramanga en 1892, Barranquilla, Cartagena y Santa Marta el 93, posteriormente entran Medellín y Cali (Vélez, 2011), mediante desarrollos hidroeléctricos, inicialmente solo era para alumbrado público, utilizando como tecnóloga la generación de energía a través de turbinas Pelton, impulsadas por la fuerza del agua, y un generador eléctrico. Años más tarde se fueron introduciendo al país nuevas formas de generación de energía, como la térmica a base de combustibles fósiles, hoy a gas, hasta llegar a las energías limpias renovables y sustentables. (Muñoz, 2019)

La ilustración 3. representa la evolución de la energía solar en Colombia.

Ilustración 3 Línea de tiempo de la energía solar en Colombia



Fuente: (Velasco Muñoz & Salazar Calvache, 2019)

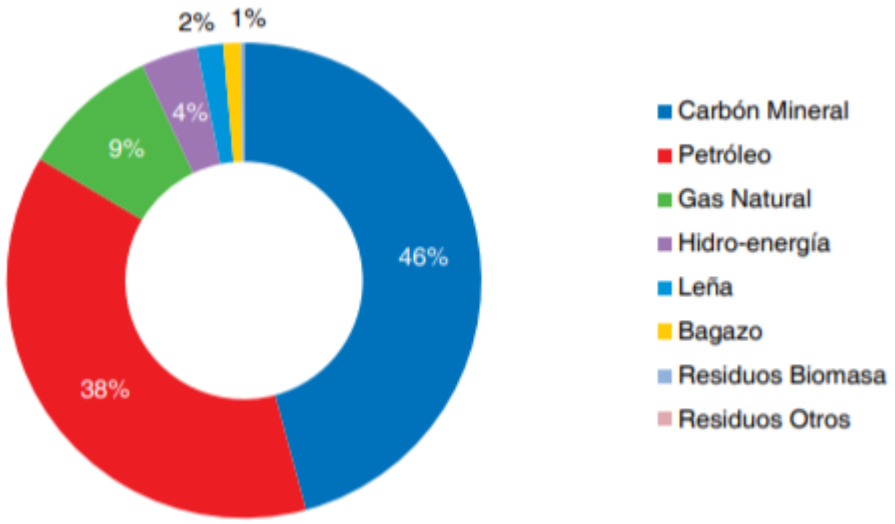
Como se puede observar el tema de la energía renovable en Colombia se ha venido fortaleciendo a través de los años lo cual da un amplio panorama en cuanto al crecimiento de ese nicho de mercado.

1.2.2.1 ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN COLOMBIA

Colombia es un país que goza de una matriz energética relativamente rica tanto en combustibles fósiles como en recursos renovables. Actualmente, la explotación y producción energética del país está constituida a grandes rasgos en un 93% de recursos primarios de origen fósil, aproximadamente un 4% de hidrogenaría y un 3% de biomasa y residuos (Ilustración 4). De esa explotación primaria, el país exporta aproximadamente un 69%, principalmente en forma de carbón mineral (aprox. el 94% del producido, representando el 62% de las exportaciones energéticas) y petróleo (aprox. el 66% del producido, representando el 36% de las exportaciones energéticas), y utiliza un 31% del cual, cerca del 78% corresponde a recursos fósiles y el 22% a recursos renovables (Ilustración 5).

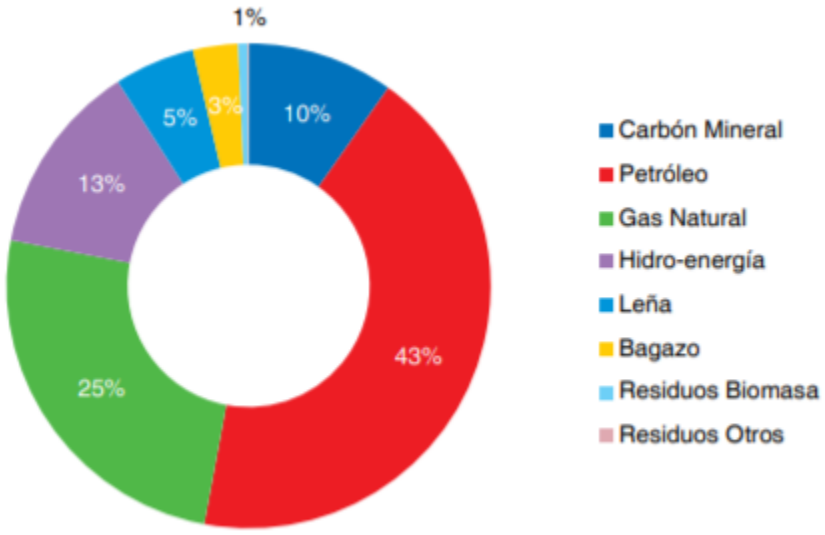
El país depende entonces en cerca de un 78% de combustibles fósiles que hoy en día está en capacidad de autoabastecer, y cuyos niveles de producción actuales (a 2013) indican reservas suficientes para cerca de 170 años en el caso de carbón, del orden de 7 años para el petróleo y 15 años para el gas natural (UPME, 2014c). En el caso de este último, es necesario tener en cuenta que conforme las tasas de producción decrecen y la demanda aumenta, se prevé la necesidad de realizar importaciones a partir del año 2017 o 2018. Dada la baja participación del carbón en la canasta energética doméstica, y la alta participación de combustibles líquidos derivados del petróleo y del gas natural, aun contando con el descubrimiento de nuevas reservas de estos recursos, el desarrollo de fuentes alternativas locales de energía que puedan sustituir por lo menos parcialmente el uso de estas fuentes en el transcurso de las próximas décadas cobra relevancia para satisfacer la demanda energética doméstica futura, a fin de no tener que ceder a una alta dependencia en la importación de estos energéticos convencionales en el largo plazo.

Ilustración 4 Explotación y producción nacional de recursos energéticos primarios en el año 2012



Fuente: (UPME, Integración de las energías renovables no convencionales en Colombia, 2015)

Ilustración 5 . Demanda interna de recursos energéticos primarios en el año 2012.

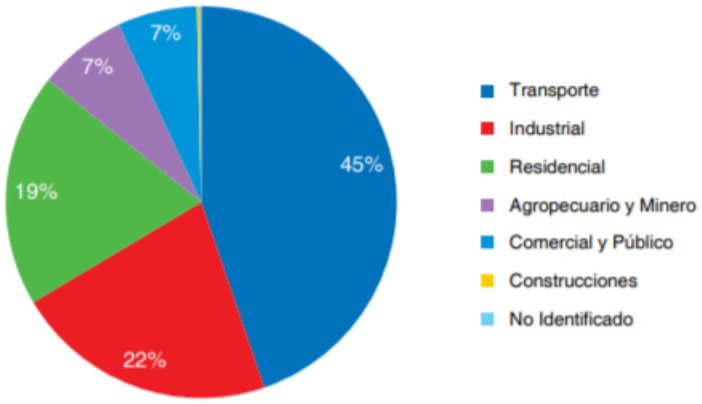


Fuente: (UPME, Integración de las energías renovables no convencionales en Colombia, 2015)

En vista de dicha consideración, vale la pena tener en cuenta que los usos de los energéticos mencionados (petróleo y gas natural) se encuentran principalmente concentrados en los sectores de consumo correspondientes al transporte y la industria (Ilustración 6), para prestar servicios de transporte y calor útil, seguidos del uso del gas natural para la generación de energía eléctrica.

Entre tanto, la matriz eléctrica, que produce aproximadamente un 17% de la energía final consumida en el país, cuenta con la amplia participación de la energía hidroeléctrica como recurso renovable, que representa entre el 70% y 80% de la generación, según variaciones en la hidrología anual, y el 70% de la capacidad instalada a diciembre de 2014.

Ilustración 6 Demanda doméstica de energía final por sector en el año 2012.



Fuente: (UPME, Integración de las energías renovables no convencionales en Colombia, 2015)

Sin embargo, a raíz de las ventajas que traería la diversificación de la canasta energética, fundamentada en la disponibilidad de recursos, la progresiva reducción en los costos de inversión asociados a su aprovechamiento, y la evolución en términos de rendimiento y sofisticación de tecnologías como son las relacionadas con la energía eólica y la solar, estas alternativas, junto con la cogeneración moderna de calor y electricidad a partir de biomasa y la generación geotérmica (que aportan en ambos casos firmeza y mayor diversificación en la canasta no solo eléctrica sino energética) comienzan a cobrar sentido para ser incorporadas en la matriz energética nacional, sin mencionar, por otro lado, la posibilidad de incrementar el uso de derivados energéticos de la biomasa en el sector transporte.

1.2.2.1.1 EVOLUCIÓN TÉCNICA

No se podría hablar de evolución tecnológica en un Sistema de Generación de Energía Solar Fotovoltaica en Colombia, sin tener en cuenta uno de los factores más relevantes del mismo, como lo es el medio por el cual la energía generada por el sistema puede ser utilizable, esto sumado a que la mayor inversión está en la Red de Interconexión Eléctrica,

ahí es donde Colombia es uno de los países más tecnificados y con mayor cobertura del mundo, gracias al constante desarrollo en este campo, hoy los generadores de energía cuentan con una red de interconexión nacional e internacional, que les permite evacuar la energía producida desde cualquier parte del país, y llevarla al consumidor a cualquier parte del país. (Muñoz, 2019)

Se considera que Colombia es uno de los países con alta capacidad de producción de energía fotovoltaica del mundo, por su posición geográfica, dado que está situado en el Ecuador medio, y cuenta con una exposición a la luz del sol durante 12 horas diarias, los 365 días del año, esto utilizando la más básica de las tecnologías fotovoltaicas existentes en el mercado. (Muñoz, 2019)

En el estudio La gestión para cadena de suministro de sistemas de energía solar fotovoltaica en Colombia y su situación actual (2018), se afirma que Colombia cuenta con una irradiación que supera el promedio mundial, lo que favorece positivamente el potencial del país en energía solar fotovoltaica. Esta irradiación, presenta mayor Evolución de la generación de energía solar fotovoltaica en Colombia, Álvaro Velasco Muñoz, (2019) 7 concentración en las regiones de la costa Atlántica y Pacifica, la Orinoquia y la Región Central. El promedio es de 4.5 kWh/m2/d, que supera el promedio mundial de 3.9 kWh/m2/d, estando por encima de Alemania (3.0 kWh/m2/d), país que hace el mayor uso de la energía solar en el mundo (FISE, 2019).

Cuando se habla de tecnología fotovoltaica se debe hacer referencia a una serie de componentes y elementos que permiten que se atrape la luz del sol, y esta se transforme o convierta en energía eléctrica, esto es a lo que se le llama un sistema de energía solar, o a lo que en el mercado se denomina un kit Solar, el consta de varios componentes dependiendo de la demanda de energía requerida. (Muñoz, 2019)

1.2.2.1.2 IMPACTO SOCIO - AMBIENTAL

Los proyectos de Generación de Energía Solar Fotovoltaica, tienen un trascendental impacto social y ambiental en el mundo y la región donde se desarrolla el proyecto, por

cada MW/año producido se deja de emitir 0.7 toneladas de CO2, aportando a la lucha contra el calentamiento global y el cambio climático, se garantiza la generación de energía de una fuente no convencional, el impacto ambiental en el sitio donde se desarrolla el proyecto es mínimo, pero el impacto social y económico en Colombia es considerable, teniendo en cuenta que la normatividad exige al inversionista ejecutar obras de mitigación y desarrollo en el área de influencia del proyecto, estas se pactan con la comunidad a través de mecanismos de participación abiertos por el proyecto, como la consulta previa, se destinan recursos para inversión ambiental y obras de saneamiento básico, como reforestación y obras de acueductos y alcantarillados, para construcción del proyecto se realizan obras de infraestructura, que demandan gran cantidad de mano de obra, y para la administración y mantenimiento del mismo se deben constituir empresas de servicios públicos, generando puestos de trabajo a largo plazo, esto impacta directamente en la calidad de vida de las comunidades aledañas al proyecto, para el país, es un punto más de dinamización y crecimiento de infraestructura y mejora de la calidad de vida de las comunidades. También hay que tener en cuenta que estos proyectos tributan casi el 45% de lo producido al gobierno Nacional impactando el PIB. Parte de estos recursos se trasladan a las CAR y a los municipios vía regalías. Para complementar el análisis se presentan en la tabla 1 las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA), de la implementación de sistemas de generación de energía solar fotovoltaica en el país. (Muñoz, 2019)

Tabla 1 Matriz FODA

Fortalezas	**Debilidades**
• Excelente irradiación solar en el sitio de desarrollo del proyecto (materia prima natural e inagotable). •Transformación, producción y consumo en el sitio de acopio de la materia prima. • Producción controlada de acuerdo con la demanda requerida. • Cero residuos contaminantes e industriales (desperdicio). • Reducción de costos de transmisión, pérdidas, materia prima. • Beneficios Gubernamentales, Nacionales e Internacionales • Beneficios Tributarios y arancelarios, (Ley 1715 del 2014). • Contratos comerciales a largo plazo (subasta Energética) • Cero Emisiones de gases contaminantes (CO2). • Aporte transversal a la mitigación del cambio climático.	• Poco Conocimiento de las bondades de la Energía Solar. • Poca confianza en la capacidad sustituta de un sistema solar fotovoltaico. • Altos costos de los paneles solares, los inversores y acumuladores. • Poca cobertura Nacional • Poca divulgación y, preparación de los empresarios, comunidades y ciudadanos en general
Oportunidades	**Amenazas**
• Aprovechamiento de un recurso natural renovable • Aporte a la descontaminación ambiental • Generación de energía limpia con cero residuos contaminantes • Reducción de costos de energía a largo plazo • Generación de ingresos por generación de energía • Mejoramiento de la calidad de vida de las personas • Reducción en los costos de producción en el sector industrial • Reducción en las tasas de contaminación y emisión de gases del sector industrial	• Políticas públicas inestables, de gobierno y no de estado. • Inseguridad jurídica, cambio de reglas de juego en el sector energético del país.

Fuente: (Velasco Muñoz & Salazar Calvache, 2019)

En la matriz FODA (Tabla 1), se puede visualizar, que un sistema solar fotovoltaico contiene muchas fortalezas para el sector energético del país, para el usuario final y el medio ambiente. Sus oportunidades son muchas más de las que se puedan expresar de manera relevante, se integra trasversalmente con el nuevo contexto industrial y tecnológico, y las políticas mundiales de desarrollo sostenible, los nuevos vehículos personales y de

transporte de carga, las obligadas futuras soluciones de transporte masivo, como trenes de alta velocidad, y metros, son apenas un sector de estas oportunidades, el uso masivo de la domótica y la racionalización de costos de producción industrial entre otras, nos obligan a mirar el futuro soportado en energías renovables. Sus debilidades como sus amenazas son pocas en este sector y tienen el mismo origen, ambas están afectadas por el factor gubernamental, la inseguridad jurídica que desmotiva la inversión, los intereses de los ya establecidos sistemas de generación, la falta de conocimiento de las bondades económicas, tributarias, y ambientales, el bajo compromiso del estado y de los empresarios con la protección del medio ambiente, pues priman los intereses económicos a los beneficios socio ambiéntales. (Muñoz, 2019)

1.2.3 DIAGNOSTICO REGIONAL

Para el diagnostico regional se hace necesario conocer en primera medida algunos aspectos relevantes en Bogotá tales como su demografía, tipo de vivienda, servicios públicos y sus intereses energéticos, para así poder tener un contexto de la situación regional y la introducción del proyecto al mercado.

1.2.3.1 DEMOGRAFÍA

Bogotá se divide en 20 localidades y en estas se agrupan más de 1900 barrios que hay en el casco urbano, salvo la localidad de Sumapaz que es área rural. De acuerdo con la tabla 2 las localidades son:

Tabla 2 Cantidad de viviendas, hogares y personas por localidad

LOCALIDAD	VIVIENDAS		HOGARES		PERSONAS	
	Total	%	Total	%	Total	%
Total Bogotá	1.895.960	100,0	1.978.528	100,0	7.035.155	100,0
Usaquén	136.320	7,2	137.979	7,0	430.156	6,1
Chapinero	49.592	2,6	50.351	2,5	122.507	1,7
Santafé	29.173	1,5	30.274	1,5	96.241	1,4
San Cristóbal	103.138	5,4	108.331	5,5	404.350	5,7
Usme	75.070	4,0	77.292	3,9	314.431	4,5
Tunjuelito	49.666	2,6	50.302	2,5	182.532	2,6
Bosa	129.811	6,8	137.351	6,9	546.809	7,8
Kennedy	255.644	13,5	263.661	13,3	979.914	13,9
Fontibón	88.488	4,7	91.798	4,6	317.179	4,5
Engativá	217.035	11,4	241.964	12,2	824.337	11,7
Suba	282.609	14,9	287.783	14,5	981.613	14,0
Barrios Unidos	62.712	3,3	68.494	3,5	230.066	3,3
Teusaquillo	47.270	2,5	48.537	2,5	139.298	2,0
Los Mártires	25.410	1,3	26.893	1,4	94.944	1,3
Antonio Nariño	29.651	1,6	30.499	1,5	119.565	1,7
Puente Aranda	68.913	3,6	70.670	3,6	250.715	3,6
La Candelaria	7.648	0,4	7.820	0,4	22.115	0,3
Rafael Uribe Uribe	100.985	5,3	101.815	5,1	378.780	5,4
Ciudad Bolívar	135.481	7,1	145.353	7,3	593.937	8,4
Sumapaz	1.343	0,1	1.362	0,1	5.667	0,1
Total Bogotá sin Sumapaz	1.894.616	100,0	1.977.166	100,0	7.029.488	100,0

Fuente: DANE - SDP, Encuesta de Calidad de Vida Bogotá 2007 (DANE, 2007)

Las localidades se subdividen a su vez en Unidades de Planeamiento Zonal (UPZ), y estas agrupan varios barrios y en la parte rural, veredas. (SCRD, 2021)

En la distribución de la cantidad de viviendas por localidad, se observa que Fontibón está entre las localidades que maneja un alto índice. Lo anterior, permite establecer una condición de estabilidad para el futuro desarrollo de proyectos de energía solar que podrían ofertar una alta generación de energía eléctrica al operador de red.

1.2.3.2 CARACTERIZACIÓN DE PERSONAS Y VIVIENDA

Personas por grupos de edad Al observar por edades, se encuentra que un 43.6% de las personas encuestadas refieren al momento de la entrevista estar entre los 25 y 59 años siendo éste el grupo mayoritario. Le siguen las personas jóvenes entre los 18 y 24 años, que corresponde a un 13.6%. (SDP, Caracterización socioeconómica encuesta sisbén III, 2014)

Teniendo en cuenta lo anterior, se tiene un mercado con un potencial alto de inversión, debido a que la población en su mayoría está en un rango de edad productivo.

Tipo de Viviendas La vivienda se ha definido en la metodología Sisbén III como un espacio independiente y separado con áreas de uso exclusivo, habitado o destinado a ser habitado por una o más personas. El número de viviendas asciende a 1.077.050 unidades, de las cuales, según el reparto porcentual, la mayoría son casas o apartamentos (76.08%); esto es una edificación constituida por una sola unidad cuyo uso es el de vivienda, con acceso directo desde la vía pública o desde el exterior; le siguen los cuartos (23.9%), definidos como una unidad de vivienda, que hace parte de una edificación y que dispone de uno o más espacios y carece de servicio sanitario y cocina en su interior, o sólo dispone de uno de estos dos servicios. (SDP, Caracterización socioeconómica encuesta sisbén III, 2014)
El índice porcentual de viviendas en Bogotá, muestra una relación directa con la cantidad de clientes que podrían ser beneficiados con proyectos de generación de energía solar.

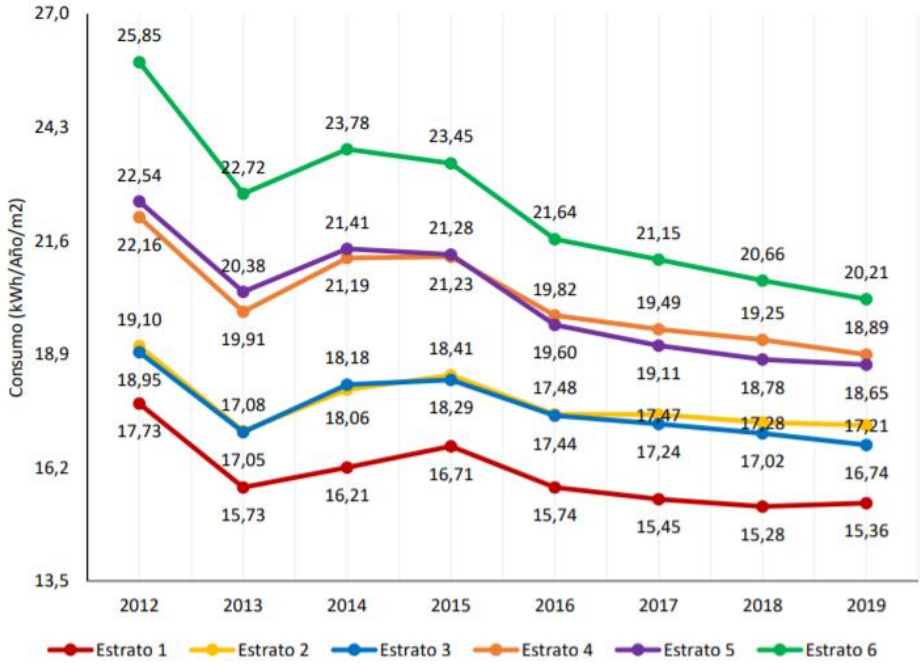
Servicios Públicos en las Viviendas El 99.9% de las viviendas cuenta con servicio de energía, el 99.2% servicio de acueducto y alcantarillado, el 84.1% gas natural, el 99.7% tiene recolección de basuras y el 41.9% posee servicio telefónico. Lo anterior describe el alto grado de cobertura en servicios públicos domiciliarios en las viviendas. (SDP, Caracterización socioeconómica encuesta sisbén III, 2014)

En cuanto al servicio público de energía se cuenta con un 99,9% de cobertura lo cual facilita la promoción, divulgación, acceso y facilidad para la comercialización de proyectos de energía solar.

1.2.3.3 CONSUMO ENERGÉTICO RESIDENCIAL EN LA REGIÓN CAPITAL

En la ilustración 7 se observa el comportamiento del indicador de consumo de energía (kWh/Año/m2) en las edificaciones Residenciales por estrato desde 2012 hasta 2019.

Ilustración 7 Indicador de consumo de energía Residencial por estrato



Fuente: (SDP, Informe de resultados sobre los indicadores de consumo de agua y energía eléctrica en Bogotá 2012 - 2019, 2020)

El indicador, para los estratos 1,2 y 3, se encuentra por debajo de los 18.28 kilowatts-hora consumidos por metro cuadrado al año, que corresponde al promedio histórico para Bogotá entre los años 2012 y 2019, mientras que para los estratos 4 y 5 el indicador se encuentra por debajo de los 20 kilowatts-hora consumidos por

metro cuadrado al año y el estrato 6 se encuentra por encima de los 20 kilowatts-hora consumidos por metro cuadrado al año.

Es interesante notar que el comportamiento del indicador es decreciente, siendo los estratos más altos los que más ahorran energía, lográndose una reducción de casi un 20% en el consumo de energía entre 2012 y 2019. Teniendo en cuenta que la línea base para Vivienda NO VIS se encuentra en 46.5 kilowatts-hora consumidos por metro cuadrado al año y que el porcentaje mínimo de ahorro es del 25%, se puede concluir que se ha reducido el consumo de energía en la medida requerida, pues nunca se superaron los 35 kilowatts-hora consumidos por metro cuadrado al año.

1.2.3.4 TARIFA DE ENERGÍA EN BOGOTÁ

En la tabla 3, se visualiza las tarifas reguladas por parte de la comisión reguladora de energía y gas (CREG) las cuales son acogidas por el operador de red en Bogotá y son objeto de estudio en este proyecto. Se deberá tener en cuenta la estratificación, la característica (si es zona común o Residencial) y el dueño de la infraestructura.

Tabla 3 Tarifa de energía para áreas comunes

ÁREAS COMUNES NIVEL DE TENSIÓN 1		
MODALIDAD (Todo consumo)	**PROPIEDAD DE CODENSA ($/kWh)**	**PROPIEDAD DEL CLIENTE ($/kWh)**
E1	541,4943	504,7786
E2	541,4943	504,7786
E3	541,4943	504,7786
E4	541,4943	504,7786
E5 Y E6, Industrial y Comercial	649,7932	605,7343
Exenta de contribución	541,4943	504,7786

Fuente: (CODENSA, 2021)

Teniendo en cuenta la información que suministra la tabla 3, se puede definir que la tarifa que rige al Conjunto Residencial Hayuelos Reservados II es de 541.4943 $/kWh, ya que el estrato de esta zona es 3 y la infraestructura es mantenida y operada por Enel – Codensa.

1.3 INVOLUCRADOS.

Los stakeholders del proyecto se ven reflejados en la Tabla 4, en donde se define tres grupos, los intereses y problemas percibidos para cada uno de ellos.

Tabla 4 Matriz de interesados

GRUPOS	INTERESES	PROBLEMAS PERCIBIDOS
CLIENTES	1. Un sistema que permita reducir el costo del consumo de energía. 2. Que el producto sea amigable con el medio ambiente. 3. Facilidad de operación del sistema. 4. Beneficios gubernamentales. 5. Solventar escasez de energía a futuro.	1. Alto costo en el servicio de energía. 2. Escasez de energía a futuro con los sistemas de energía tradicionales. 3. Impacto ambiental negativo con los sistemas tradicionales de energía. 4. Inseguridad.
CONSULTORES	1. Incrementar la participación en el mercado de consultoría. 2. Satisfacer la necesidad del cliente. 3. Generar valor agregado. 4. Recibir pagos acordados oportunamente.	Ninguno.
ORGANISMO REGULADOR	1. Cumplimiento de lineamientos normativos vigentes.	Ninguno.

Fuente: Autores

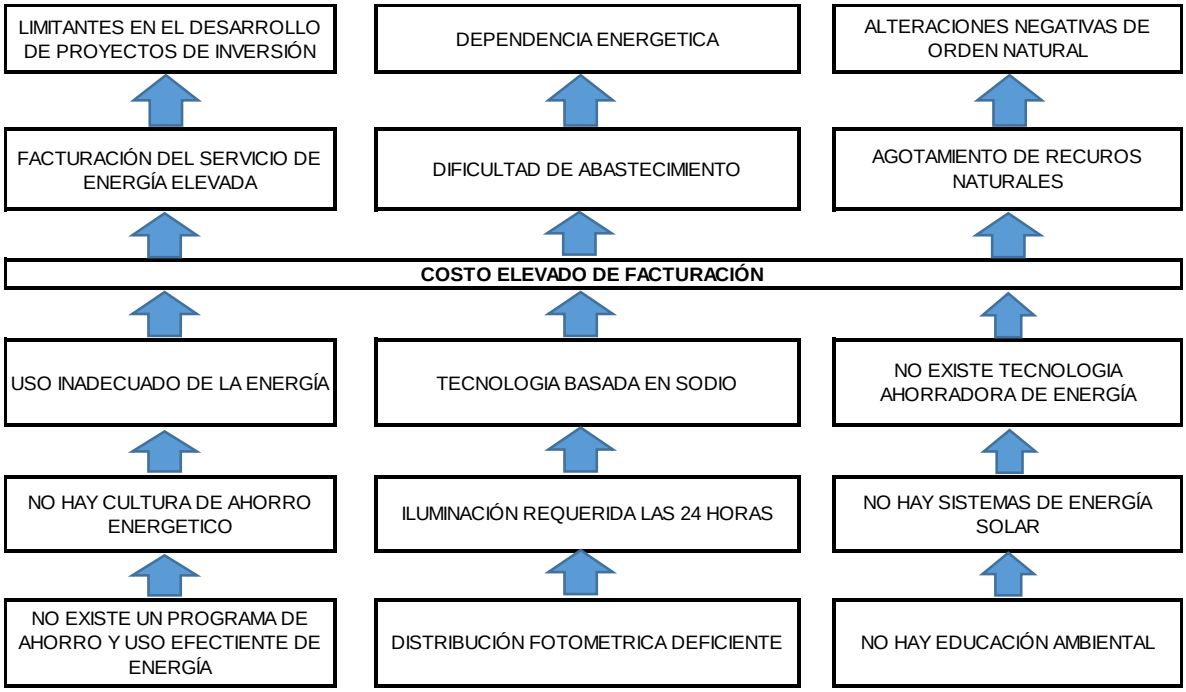
La matriz de interesados permite identificar y relacionar aquellos grupos de personas que tienen directa o indirectamente intereses en el proyecto, de esta manera se puede tener un panorama más especifico en cuanto a las lineas de desarrollo que estarian

sujetas a las particularidades que “exijen” los stakeholders. En la tabla 4, se identificaron 3 grupos de interesados, el primero son los clientes haciendo referencia a todos los propietarios del Conjunto Residencial Hayuelos Reservados II, el segundo grupo son los consultores quienes desarrollan el proyecto, y el tercer grupo son los organismos reguladores, aquellos que ejercen control y seguimiento de los linemaiento normativos existentes para el desarrollo del proyecto.

1.4 ÁRBOL DE PROBLEMAS.

Para la identificación del problema se hizo uso del árbol de problemas (ver ilustración 8), en el cual se identificó que el problema para el Conjunto Residencial Hayuelos Reservados II hace relación al costo elevado en la facturación del servicio de energía para las zonas comunes, para dicho problema se identificaron algunas causas ubicadas en la parte inferior y algunas consecuencias que se encuentran en la parte superior.

Ilustración 8 Árbol de problemas



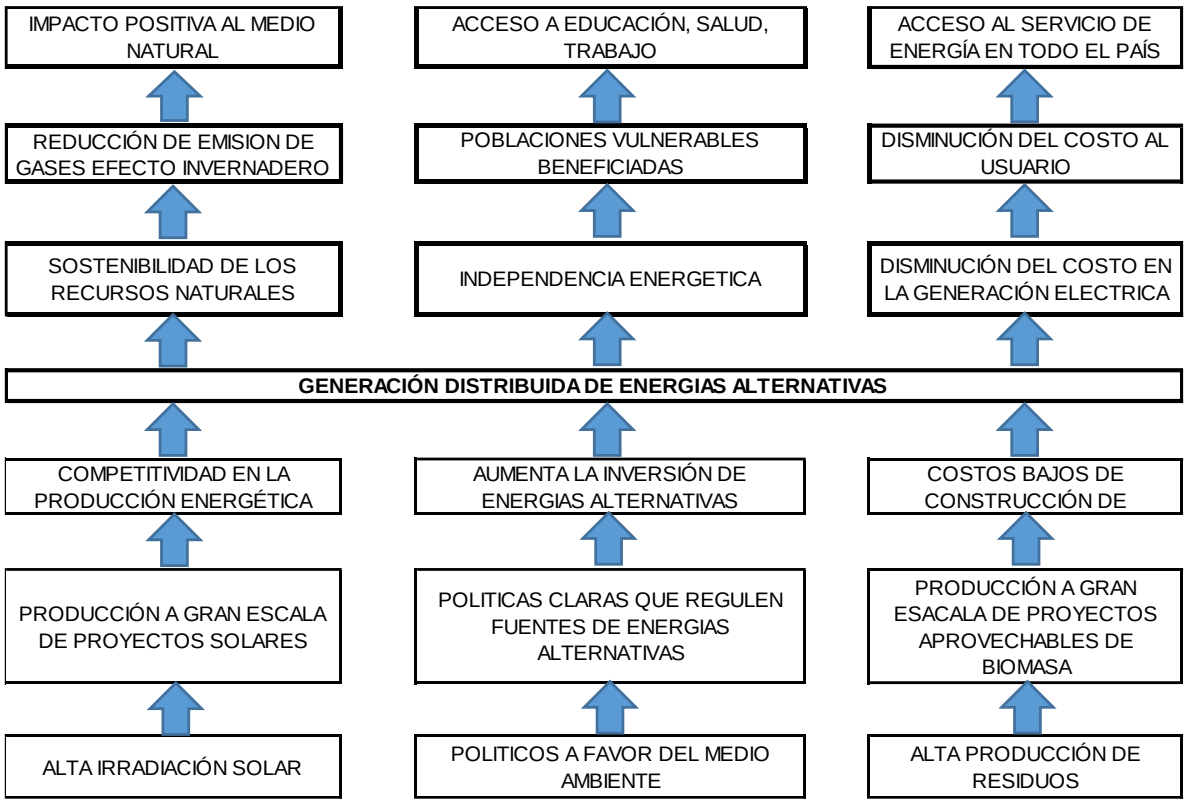
Fuente: Autores

Las causas del problema se centran en el uso de tencología antigua, cultura inconsciente del uso de los recursos y sobredimensionamiento lumínico. Como consecuencias se encuentra un deficit en el presupuesto de inversión, dependencia energética y agotamiento de recursos naturales.

1.5 ÁRBOL DE SOLUCIONES.

Partiendo del árbol de problemas se establece el árbol de soluciones (Ver Ilustración 9). Mediante el cual se plantean una serie de alternativos para la solución del problema.

Ilustración 9 Árbol de soluciones



Fuente: Autores

Con base en la ilustración anterior, se puede observar varias alternativas de solución al problema del costo elevado del servicio de energía. Sin embargo, haciendo análisis de las mismas se puede determinar que la opción más favorable son los sistemas de energía solar

ya que la irradiación solar es buena en un alto porcentaje para todo el país, no requiere de grandes áreas para su construcción, no genera olores ofensivos y son autónomos.

1.6 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El Conjunto Residencial Hayuelos reservado II ubicado en la ciudad de Bogotá, cuenta con un sistema de energía convencional.

La alta demanda de energía en el Conjunto Residencial ha dado lugar al incremento de la facturación en el servicio de energía para las zonas comunes, razón por la cual la junta de propietarios manifiesta el interes de estudiar la posibilidad de reducir el consumo de energía que provee el prestador del servicio, a través de un sistema de energía renovable, que no requiera de una intervención locativa muy extensa, y que contribuya al medio ambiente y a sus necesidades.

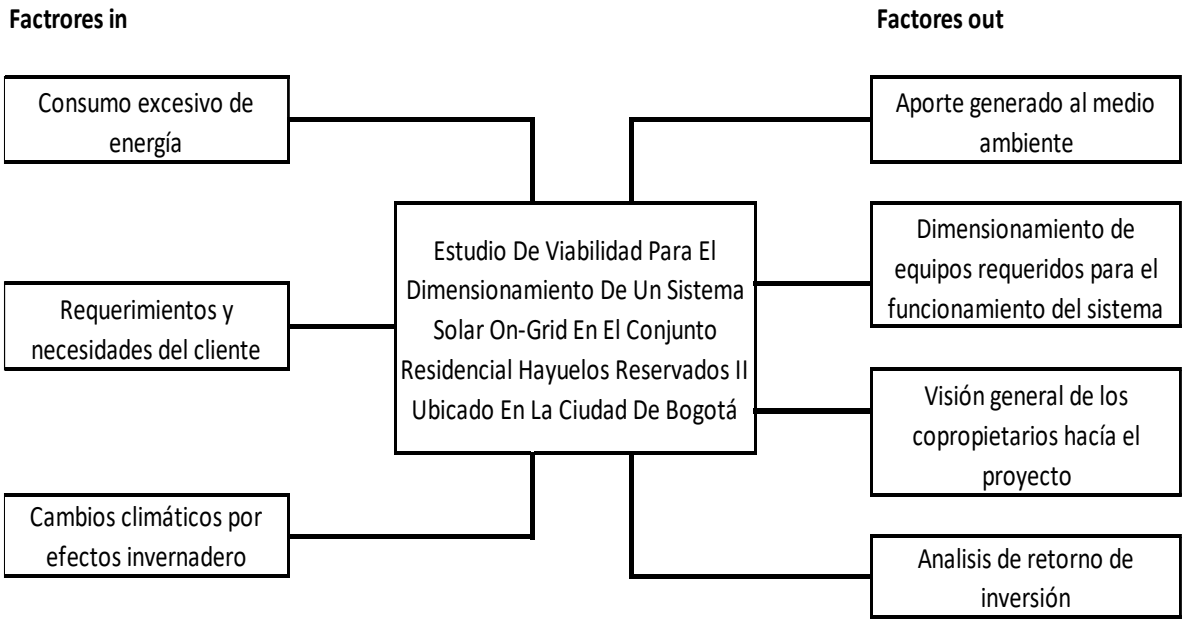
El valor que se paga por el servicio de energia mensualmente oscila entre 3 y 4 millones, limitando el uso y/o destino de recursos a proyectos que tienen mayor relevancia, como lo son la seguridad, infraestructura y el bienestar de los residentes.

¿Cómo integrar un sistema fotovoltaico On Grid a la red de energía tradicional para zonas comunes de forma que su uso genere una ventaja económica al Conjunto Residencial Hayuelos Reservados II?

1.7 FACTORES IN-OUT.

En la ilustración 10, se muestra como factores de entrada aquellas problemáticas que dan origen a la necesidad del proyecto “Estudio De Viabilidad Para El Dimensionamiento De Un Sistema Solar On-Grid En El Conjunto Residencial Hayuelos Reservados II Ubicado En La Ciudad De Bogotá”. Como factores de salida, se identifican todos aquellos resultados generados a partir del desarrollo del proyecto.

Ilustración 10 factores in out del estudio de viabilidad para el dimensionamiento de un sistema sola On Grid



Fuente: Autores

El proyecto pretende identificar que tan viable es la implementación de un sistema solar On Grid, a través de un estudio técnico, de mercado, financiero y ambiental.

1.8 BENEFICIOS

Los principales beneficios que trae consigo el proyecto para cada uno de los grupos de interesados que fueron identificados en su momento se observan en la tabla 5:

Tabla 5 Beneficios

GRUPOS	BENEFICIOS
CLIENTES	Estimar el ahorro de energía en kWh.
	Estimar el ahorro de energía en pesos.
	Conocer la estructura de retorno de la inversión del proyecto.
	Conocer el beneficio que proporciona al medio ambiente el implementar el proyecto en un futuro cercano.
CONSULTORES	Ganar reputación con los diseños del proyecto.
	Experiencia ganada.

Fuente: Autores

1.9 RESPONSABLES.

Las personas encargadas del “Estudio De Viabilidad Para El Dimensionamiento De Un Sistema Solar On-Grid En El Conjunto Residencial Hayuelos Reservados II Ubicado En La Ciudad De Bogotá” serán los integrantes del proyecto quienes harán lo dispuesto en la tabla 6,

Tabla 6 Asignación de responsabilidades

RESPONSABLES	RESPONSABILIDADES
EDGAR DAVID LASSO LOPEZ	- Elaborar estudio de mercado, estudio técnico, administrativo y financiero. - Socialización del proyecto.
ANDRÉS ABEL GARCÍA BOJACÁ	

Fuente: Autores

Con la distribución y desarrollo de las responsabilidades descritas anteriormente se espera obtener el producto final que será presentado y socializado al consejo administrativo del Conjunto para su respectivo análisis y futuro desarrollo.

1.10 A QUIEN SE LE ENTREGA

La culminación del proyecto y su respectiva entrega se realizará en primer lugar a la comunidad académica, quien, a su vez, dejará que repose una copia en su biblioteca para consulta de los estudiantes.

En segundo lugar, se hará entrega al consejo administrativo del Conjunto y se socializará los resultados obtenidos del proyecto.

1.11 MARCO REFERENCIA

1.11.1 ESTADO DE ARTE.

La energía solar es un recurso inagotable el cual se puede aprovechar en cualquier momento. La implementación de estos sistemas fotovoltaicos se ha visto en establecimientos comerciales, empresariales, industriales, educativos y Residenciales.

Bogotá como capital tienen muchas propuestas de diseños de sistemas fotovoltaicos, uno de estos es el proyecto presentado por Salamanca, el cual propone un sistema compuesto por 04 paneles solares de 150W, 04 baterías de 220Ah, 01 inversor de 24V y 600 VA Un regulador de carga de 45A nominal con MPPT para alimentar una vivienda con una potencia estimada de 1130 Wh/día. Dentro de su artículo se concluye que este sistema es viable técnicamente, ya que es autosuficiente para suministrar energía durante 03 días y 04 noches, pero no es viable económicamente debido a que, dentro de su evaluación de flujo de caja dentro de los 25 años de evaluación, se tendría un déficit de 03 millones de pesos, sin embargo, el sistema fue diseñado como una forma de mitigar el cabio climático por efectos invernaderos. (Salamanca Ávila, 2017)

Janett, Manuel, Wilmar y David proponen un sistema fotovoltaico para alimentar una carga lumínica para 02 autoservicios de Bogotá, el primero llamado COOPERMERCAR con una carga mensual de 22519 Wh/día y el segundo llamado SERVIMERCAR con una carga mensual de 8430 Wh/día. Para COOPERMERCAR se plantea un sistema de 06 paneles solares de 250W, un regulador de 70A y 10 baterías para una configuración de 490A y 48V y determinan dentro de su estudio económico que el retorno de su inversión sea en 4 años. Para el otro autoservicio SERVIMERCAR se idea un sistema en donde se requiere 03 paneles solares de 250W, un regulador de 70A y 5 baterías para una configuración de 24V y 400A con un retorno de su inversión en 5 años. (Barbosa Urbano, Mayorga Betancourt, Santamaría Sáenz, & García Reyes, 2014)

En la universidad Jorge Tadeo Lozano los autores Andrés, Isaac y Carlos, proponen un sistema fotovoltaico para generar una potencia de 6 kW que alimente el edificio. El sistema se compone de 08 paneles solares de 250W y un inversor de 5kW para generar 525,6

kWh/mes y de acuerdo con el estudio económico, su periodo de retorno sería dentro de 9 años, recuperando el 100% de la inversión inicial. (Aristizábal, Dyner, & Paez, 2014)

En la universidad del Bosque, Murillo diseña un prototipo para aprovechar la energía solar off Grid del cual no dependa de la red y con ello abastecer los dispositivos móviles. El prototipo que ellos diseñan consta de un panel solar de 50W, una batería sellada de 18Ah, un regulador de 20Ah, 04 puertos USB de 02 entradas, 5 metros de cable encauchetado. (MURILLO ABELLO, 2020)

Otro caso de estudio son los propuestos en el sector Residencial con la implementación de sistemas On-Grid, como los relata Hernández, Sáenz, y Vallejo, Que estudiaron el recurso solar para el diseño de sistemas fotovoltaicos interconectados en residencias y en donde concluyen que Bogotá pese a que no posee un recurso solar abundante, su radiación solar promedio es superior a países como Alemania, en donde estos recursos son aprovechados a gran escala (Hernández, Sáenz, & Vallejo, 2010). Beltrán y Manrique estudiaron la correlación entre la energía convencional y la energía solar fotovoltaica en hogares Residenciales, dicen dentro de su estudio que gran parte de los bogotanos conocen los efectos del cambio climático, pero que el sistema energético nacional de Colombia no ha abierto sus puertas al sector de las energías renovables (Beltrán Moreno & Manrique Ramírez, 2019); sin embargo, Enel Codensa SA ESP como operador de red de Bogotá a la fecha ha construido sistemas fotovoltaicos, para el colegio Gimnasio Vermont, el edificio corporativo que la organización tiene en la calle 93, el distribuidor para Colombia de BMW, Autogermana, y el más reciente proyecto se realizó en alianza con comestibles Italo, inaugurado el 17 de abril del 2018 y se ha convertido en la propuesta más grande de energía solar existente en la capital del país. (SEMANA, Codensa lidera el proyecto de energía solar más grande de Bogotá, 2018)

En relación con la información suministrada, se tiene que existen diferentes nichos de mercado en los cuales se ha incursionado con proyectos de sistemas fotovoltaicos, tales como el sector Residencial, industrial, comercial y educativo. La propuesta relacionada con los paneles de energía solar para el sector Residencial, es un tema con una amplia trayectoria de trabajo y un gran número de experiencias a lo largo del tiempo, lo que fortalece y afianza los conocimientos en ese ámbito y no solo de carácter técnico sino

también, cultural, educativo y financiero. Hoy en día se puede afirmar que existen las herramientas necesarias para atender un proyecto de este tipo, como los son el personal idóneo a nivel técnico, de diseño, insumos necesarios, lineamientos estructurales, normativos y legales, software, etc. Se puede evidenciar que la mayoría de proyectos han resultado tener una viabilidad positiva desde la perspectiva financiera, ambiental y técnica.

1.11.2 SECTOR ENERGÉTICO A NIVEL MUNDIAL

A lo largo de las últimas décadas, el desarrollo económico del mundo se ha vinculado al progreso de varios sectores, entre los que destaca el energético. Tradicionalmente, los combustibles fósiles han sido la principal fuente de energía, lo cual se explica, principalmente, por la riqueza petrolera de varias regiones y por el amplio espectro de necesidades que puede cubrir. Así se transitó de una época de abundancia energética en los años sesenta a periodos de crisis internacionales en los precios del crudo. Como resultado, los países consumidores, frente a los altos costos del petróleo y a una dependencia casi total de esta energía, modificaron sus costumbres y buscaron opciones para reducir su dependencia de fuentes de energía no renovables. (ORTIZ REINA & JIMÉNEZ VALENZUELA, 2016)

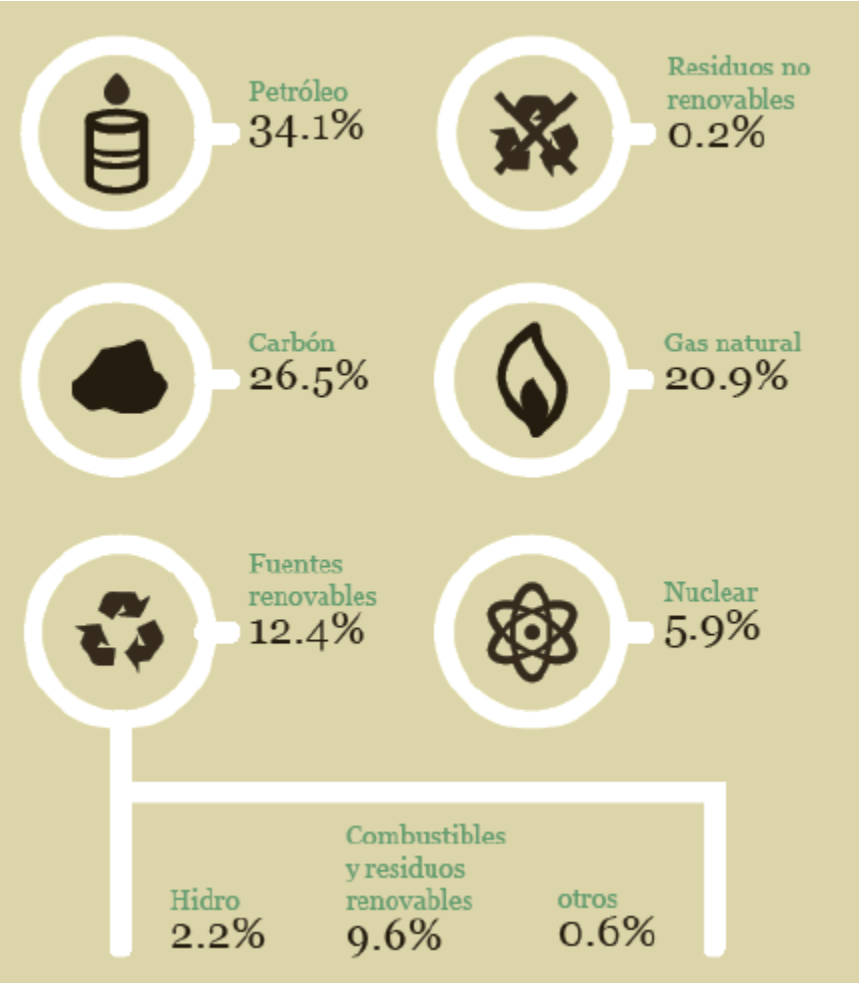
A pesar de las modificaciones en los hábitos de consumo energético y de la crisis económica mundial, el apetito por la energía continúa: para el año 2050 (USAID, 2011), la demanda mundial de energía tendrá un valor equivalente al doble del de la demanda actual. Para esa fecha, la población mundial habrá aumentado de 6 mil 500 millones a 9 mil millones de habitantes. (ORTIZ REINA & JIMÉNEZ VALENZUELA, 2016)

Los estudios de prospectiva energética elaborados por algunos organismos internacionales muestran que, en las próximas décadas, los combustibles fósiles seguirán siendo la fuente dominante de energía. Sin embargo, cada día se agotan los suministros fácilmente accesibles y económicamente factibles. (ORTIZ REINA & JIMÉNEZ VALENZUELA, 2016)

Según la IEA (Agencia internacional de Energía) en el 2007, informó que el suministro total de energía primaria fue de 12026 Mtoe, de los cuales el 12,4% se produjo a partir

de fuentes renovables de energía. La Ilustración 11 muestra la distribución de la oferta energética primaria mundial. (ORTIZ REINA & JIMÉNEZ VALENZUELA, 2016)

Ilustración 11 Distribución energética primaria mundial



Fuente: (ORTIZ REINA & JIMÉNEZ VALENZUELA, 2016)

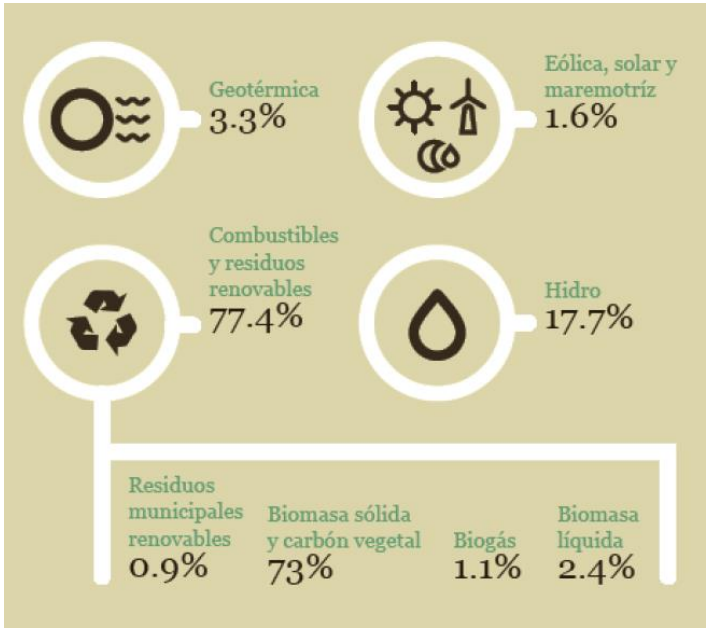
Teniendo en cuenta la información anterior, se puede concluir que la dependencia de energías fósiles son una gran problemática a nivel mundial ya que la extinción de estas se hace más cercana. El uso indiscriminado y el aumento de la densidad poblacional son factores que contribuyen al desabastecimiento futuro de energía. Por tal razón, es imprescindible incursionar con más dedicación en fuentes de energías renovables y así poder suplir parte de la demanda energética actual y futura.

Por otro lado, el panorama global en cuanto a la generación de energía muestra una gran oportunidad de desarrollo de energías renovables lo cual respalda proyectos como el que se plantea en este trabajo.

1.11.3 ENERGÍAS RENOVABLES EN EL MUNDO

Según pampagrass (PAMPAGRASS, 2010), desde 1990, las fuentes de energía renovables han crecido a una tasa promedio anual del 1,7%, que es ligeramente inferior a la tasa de crecimiento de tep mundial del 1,9% por año. El crecimiento ha sido especialmente alto para la energía eólica, que creció a una tasa media anual del 25%. Sin embargo, esto se debe a su base muy baja en 1990, y la producción sigue siendo pequeña. Las dos principales fuentes de energía renovable en el mundo son la hidráulica (17,7%) y los combustibles y residuos renovables, que ascienden a 77,4% del total de las fuentes renovables (biomasa, residuos y biogás). En la Ilustración 12 se muestra la oferta de energía primaria mundial a partir de fuentes renovables en el año 2007. (ORTIZ REINA & JIMÉNEZ VALENZUELA, 2016)

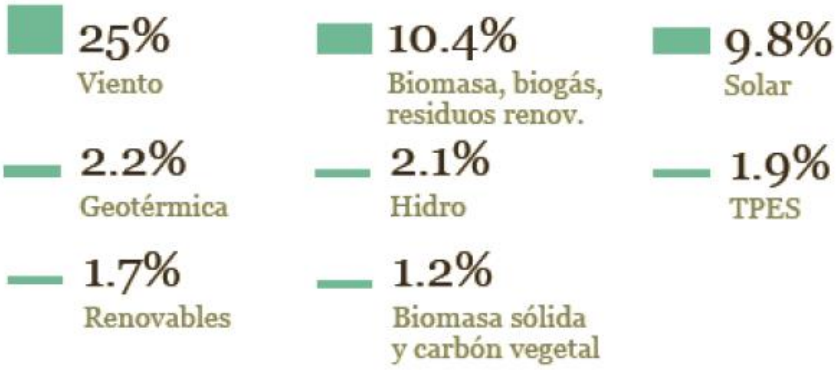
*Ilustración 12 D*istribución de la oferta de energía primaria mundial a partir de fuentes de energía renovable en el año 2007



Fuente: (ORTIZ REINA & JIMÉNEZ VALENZUELA, 2016)

Los países de la OCDE (Ossenbach Sauter, Coto Chinchilla, & Guillén Grillo, 2010), representan la mayor parte de la producción y crecimiento en sistemas de aprovechamiento de energía solar y eólica. El incremento en la producción de energía a parir de fuentes renovables ha sido especialmente alto para la energía eólica, con una tasa anual promedio de 25%. La segunda tasa de crecimiento más alta fue la del aprovechamiento de residuos municipales renovables, biogás y biomasa liquida. Este segmento combinado creció a un promedio anual de 10,4% en el periodo de 1990-2007. En la ilustración 13 se muestra el crecimiento anual promedio para algunas fuentes de energía renovable.

Ilustración 13 Tasa de crecimiento anual promedio en el periodo 1990-2007

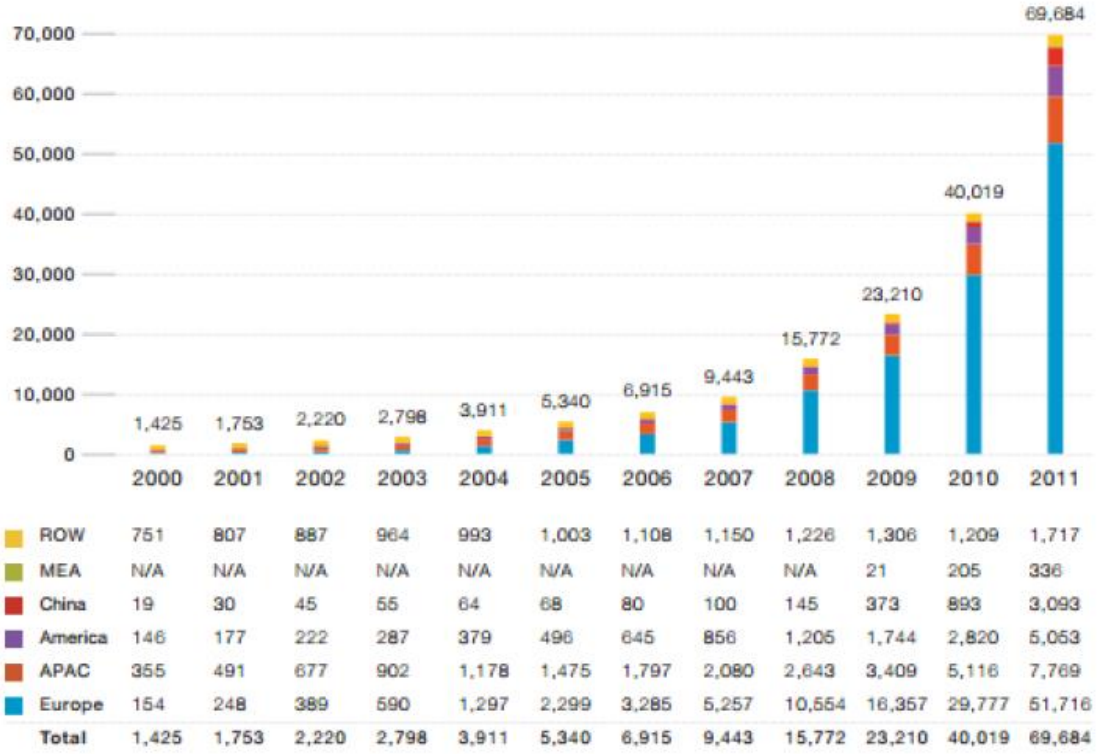


Fuente: (ORTIZ REINA & JIMÉNEZ VALENZUELA, 2016)

1.11.4 ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN EL MUNDO

La energía solar fotovoltaica es una industria que ha presentado un crecimiento grande y se muestra como una industria muy llamativa para inversionistas. En 2009 la capacidad instalada mundial era de 23GW, un año después esta capacidad incrementó hasta 40GW y en el 2011 había sobrepasado los 69GW. Esta capacidad es capaz de producir 85TWh cada año, lo cual es suficiente para alimentar las necesidades eléctricas de más de 20 millones de hogares en el mundo. En la Ilustración 14 se observa el aumento de la capacidad instalada al año 2011. (ARISTIZABAL GONZALEZ & ARBELAEZ SALGADO, 2013)

Ilustración 14 Aumento en la capacidad instalada de energía solar fotovoltaica en el mundo.



	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
ROW	751	807	887	964	993	1,003	1,108	1,150	1,226	1,306	1,209	1,717
MEA	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	21	205	336
China	19	30	45	55	64	68	80	100	145	373	893	3,093
America	146	177	222	287	379	496	645	856	1,205	1,744	2,820	5,053
APAC	355	491	677	902	1,178	1,475	1,797	2,080	2,643	3,409	5,116	7,769
Europe	154	248	389	590	1,297	2,299	3,285	5,257	10,554	16,357	29,777	51,716
Total	1,425	1,753	2,220	2,798	3,911	5,340	6,915	9,443	15,772	23,210	40,019	69,684

Fuente: (ARISTIZABAL GONZALEZ & ARBELAEZ SALGADO, 2013)

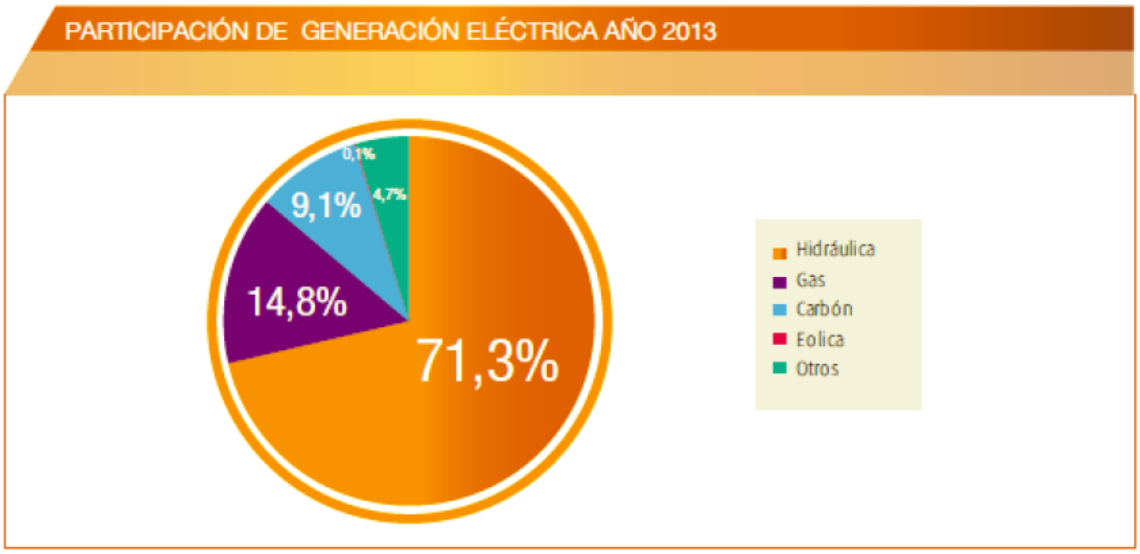
1.11.5 SUMINISTRO DE ENERGÍA EN COLOMBIA

El Sector eléctrico colombiano es considerado uno de los más robustos a nivel Latinoamericano. En el año 2012, Colombia consta de dos tipos de regiones según el suministro de energía. El 96 % constituyen el sistema de interconexión nacional (SIN) y el 4 % restante lo constituyen las zonas no interconectadas de Colombia (ZNI), el cual abarca a dos tercios del territorio nacional. Según Cárdenas, 2011, la cobertura eléctrica es del 93 % en áreas urbanas y 55 % ciento en áreas rurales. Alrededor de 1,3 millones de personas todavía no tienen acceso a electricidad. (ARISTIZABAL GONZALEZ & ARBELAEZ SALGADO, 2013)

La generación de energía eléctrica presenta un aumento del 51% en los últimos 13 años en la generación hidráulica, para el 2013 represento el 71, 3% del total del SIN, le sigue

la generación a gas con una participación del 14, 8% el carbón representa el 9,1 % adicionalmente otra tecnología como la eólica y las pequeñas generadoras son el 4%. En la Ilustración 15 se muestra la generación de energía eléctrica para el año 2013.

Ilustración 15 Participación de generación eléctrica en el año 2013



Fuente: *UPME. Boletín estadístico 2000-2013. 2014.*

1.11.6 ENERGÍAS RENOVABLES EN COLOMBIA

En 2010, el total de generación eléctrica fue de 56.887,4 GWh. La generación de energías renovables fue de: 40.557,3 GWh de energía hidroeléctrica, 227.7GWh GWH de biomasa sólida y 38,6GWh de energía eólica. (Ministerio de relaciones exteriores, 2011)

- **Energía solar:** En Colombia existen zonas para su desarrollo a mayor escala en el Magdalena, La Guajira, San Andrés y Providencia y Llanos Orientales.
- **Energía eólica:** La zona norte de Colombia cuenta con las mejores potencialidades para generar este recurso. Así, en la Alta Guajira, Empresas Públicas de Medellín (EPM) puso en funcionamiento el primer parque eólico, Jepirachí, con 15 aerogeneradores que aportan 19.5 megavatios al Sistema Interconectado Nacional.
- **Biomasa:** En Colombia existen estudios de producción de biomasa con el bagazo de la caña y se estima una producción anual de 1.5 millones de toneladas y de

cascarilla de arroz, con la que se producen más de 457.000 toneladas al año. Las zonas más adecuadas para generar esta energía son los departamentos de Santander, Norte de Santander, los Llanos Orientales, la Costa Atlántica y Valle del Cauca.

- **Energía geotérmica:** En el Atlas Geotérmico de Colombia se destacan como zonas de mayor potencialidad los volcanes Chiles - Cerro negro, el volcán Azufral en Nariño, el Parque Nacional de los Nevados y el Área Geotérmica de Paipa – Iza Boyacá.

1.11.7 DESARROLLO DE LA ENERGÍA SOLAR EN COLOMBIA

La generación de electricidad con energía solar empleando sistemas fotovoltaicos ha estado siempre dirigida al sector rural, en donde los altos costos de generación originados principalmente en el precio de los combustibles, y los costos de Operación y Mantenimiento en las distantes zonas remotas, hacen que la generación solar resulte más económica en el largo plazo y confiable. Estas actividades surgieron con el Programa de Telecomunicaciones Rurales de Telecom a comienzos de los años 80, con la asistencia técnica de la Universidad Nacional. En este programa se instalaron pequeños generadores fotovoltaicos de 60 Wp (Wp: vatio pico) para radioteléfonos rurales y ya en 1983 habían instalados 2 950 de tales sistemas. El programa continuó instalando estos sistemas y pronto se escaló a sistemas de 3 a 4 kWp para las antenas satelitales terrenas. Muchas empresas comenzaron a instalar sistemas para sus servicios de telecomunicaciones y actualmente se emplean sistemas solares en repetidoras de microondas, boyas, estaciones remotas, bases militares, entre otras aplicaciones. Estos sistemas son hoy esenciales para las telecomunicaciones rurales del país. Según un estudio realizado, entre 1985 y 1994 se importaron 48 499 módulos solares para una potencia de 2.05 MWp. De estos 21 238 módulos con una potencia de 843.6 kW en proyectos de telecomunicaciones y 20 829 módulos con 953.5 kWp en electrificación rural. El estudio anterior también indicó, sobre una muestra de 248 sistemas (con 419 módulos), que 56% de los sistemas funcionaban sin problemas, 37% funcionaban con algunos problemas y 8% estaban fuera de servicio. Como principal fuente de problemas se encontraron la falta de mínimo mantenimiento, suministro de partes de reemplazo

(reguladores y lámparas) y sistemas sub-dimensionados. Estos problemas, que se suelen repetir aún hoy en día, indican la importancia que tiene el asegurar la sostenibilidad del suministro del servicio de energía para estos usuarios. Estas dificultades se han mostrado como una de las debilidades más graves del servicio de energía con estos sistemas. Y más que tratarse de un problema meramente técnico, el problema es de calidad del servicio y de atención al usuario. En los últimos diez años tampoco se han realizado estudios sobre el comportamiento de estos sistemas. (Estévez Acuña & Ortíz Villarreal, 2018)

Durante los últimos años, se han instalado muchos más sistemas en los programas de electrificación rural, con fuerte financiación del Estado, haciendo uso actualmente de recursos como el FAZNI (Fondo de Apoyo Financiero para la Energización de las Zonas No Interconectadas). El IPSE (Instituto para la Promoción de Soluciones Energéticas) es en la actualidad la institución que lidera las acciones del Estado en la energización del campo colombiano. Según esta institución hay en la actualidad más de 15 000 sistemas instalados para estas aplicaciones. Pero, además, el IPSE tiene en desarrollo soluciones innovadoras como sistemas híbridos, en donde se combinan por ejemplo la energía solar fotovoltaica y las plantas diésel, para reducir los costos de generación del diésel y emplear el generador diésel como respaldo. (Estévez Acuña & Ortíz Villarreal, 2018)

El mercado de sistemas solares fotovoltaicos tuvo su boom hacia finales de los años ochenta con el programa de telecomunicaciones rurales de Telecom; las conocidas dificultades de orden público de la década de 90 frenaron el desarrollo del mercado, que aún se puede estimar en el orden de 300 kW por año. Si se consideran 30 años de desarrollo de este mercado, entonces la potencia instalada sería del orden de 9 MWp. (Estévez Acuña & Ortíz Villarreal, 2018)

La generación de electricidad con energía solar tiene, entonces, enormes perspectivas, teniendo en cuenta que en Colombia cerca de 1 millón de familias carecen del servicio de energía eléctrica en el sector rural. (Estévez Acuña & Ortíz Villarreal, 2018)

1.12 MARCO CONCEPTUAL.

1.12.1 ENERGÍA SOLAR

Es la energía obtenida mediante la captación de la luz y el calor emitidos por el sol. La radiación solar que alcanza la Tierra puede aprovecharse por medio del calor que produce, como también a través de la absorción de la radiación, por ejemplo, en dispositivos ópticos o de otro tipo. Es una de las llamadas energías renovables particularmente del grupo no contaminante, conocido como energía limpia o energía verde. La potencia de la radiación varía según el momento del día, las condiciones atmosféricas que la amortiguan y la latitud. Se puede asumir que en buenas condiciones de irradiación el valor es de aproximadamente 1000 W/m2 en la superficie terrestre. A esta potencia se la conoce como irradiancia. La radiación es aprovechable en sus componentes directa y difusa, o en la suma de ambas. La radiación directa es la que llega directamente del foco solar. Sin reflexiones o refracciones intermedias. La difusa es la emitida por la bóveda celeste diurna gracias a los múltiples fenómenos de reflexión y refracción solar en la atmósfera, en las nubes y el resto de elementos atmosféricos y terrestres. La radiación directa puede reflejarse y concentrarse para su utilización, mientras que no es posible concentrar la luz difusa que proviene de todas las direcciones. La irradiancia directa normal (o perpendicular a los rayos solares) fuera de la atmósfera, recibe el nombre de constante solar y tiene un valor medio de 1354 W/m2 (que corresponde a un valor máximo en el perihelio de 1395 W/m2 y un valor mínimo en el afelio de 1308 W/m2). (Barberá Santos, s.f.)

1.12.1.1 EFECTO FOTOVOLTAICO

El Efecto Fotovoltaico (FV) es la base del proceso mediante el cual una célula FV convierte la luz solar en electricidad. La luz solar está compuesta por fotones, o partículas energéticas. Estos fotones son de diferentes energías, correspondientes a las diferentes longitudes de onda del espectro solar. Cuando los fotones inciden sobre una célula FV. Pueden ser reflejados o absorbidos, pueden pasar a su través. Únicamente los fotones absorbidos generan electricidad. Cuando un fotón es absorbido, la energía del fotón se transfiere a un electrón de un átomo de la célula. Con esta nueva energía, el electrón es capaz de escapar de su posición normal asociada con un átomo para formar parte de una

corriente en un circuito eléctrico. Las partes más importantes de la célula solar son las capas de semiconductores, ya que es donde se crea la corriente de electrones. Estos semiconductores son especialmente tratados para formar dos capas diferentes dopadas (tipo p y tipo n) para formar un campo eléctrico, positivo en una parte y negativo en otra. Cuando la luz solar incide en la célula se liberan electrones que pueden ser atrapados por el campo eléctrico, formando una corriente eléctrica. Es por ello que estas células se fabrican partir de este tipo de materiales, es decir, materiales que actúan como aislantes a baja temperatura y como conductores cuando se aumenta la energía.

Desafortunadamente no hay un tipo de material ideal para todos los tipos de células y aplicaciones. Además de los semiconductores las células solares están formadas por una malla metálica superior u otro tipo de contrato para recolectar los electrones del semiconductor y transferirlos a la carga externa y un contacto posterior para completar el circuito eléctrico. También en la parte superior de la célula hay un vidrio u otro tipo de material encapsulado transparente para sellarla y protegerla de las condiciones ambientales, y una capa anti reflexiva para aumentar el número de fotones absorbidos. Las células FV convierten pues, la energía de la luz en energía eléctrica. El rendimiento de conversión, esto es, la proporción de luz solar que la célula convierte en energía eléctrica, es fundamental en los dispositivos fotovoltaicos, ya que el aumento del rendimiento hace de la energía solar FV una energía más competitiva con otras fuentes. Estas células conectadas unas con otras, encapsuladas y montadas sobre una estructura soporte o marco, conforman un módulo fotovoltaico. Los módulos están diseñados para suministrar electricidad a un determinado voltaje (normalmente 12 o 24 V). La corriente producida depende del nivel de insolación. La estructura del módulo protege a las células del medio ambiente y son muy durables y fiables. Aunque un módulo puede ser suficiente para muchas aplicaciones, dos o más módulos pueden ser conectados para formar un generador FV. Los generadores o módulos fotovoltaicos producen corriente continua (DC) y pueden ser conectados en serie o en paralelo para poder producir cualquier combinación de corriente y tensión. Un módulo o generador FV por sí mismo no bombea agua o ilumina una casa durante la noche. Para ello es necesario un sistema FV completo que consiste en un generador FV junto a otros componentes, conjuntamente conocidos como “resto del sistema” o BOS (del inglés balance of system). Estos componentes varían y dependen del

tipo de aplicación o servicio que se quiere proporcionar. Los sistemas fotovoltaicos se pueden clasificar como autónomos o conectados a la red eléctrica. En definitiva y cómo podemos ver, nos encontramos ante una fuente de energía, que además de renovable se nos presenta como una clara apuesta de futuro de cara al planteamiento energético en los próximos años. (Barberá Santos, s.f.)

1.12.1.2 LA RADIACIÓN SOLAR

Se conoce por radiación solar al Conjunto de radiaciones electromagnéticas emitidas por el sol. El sol se comporta prácticamente como un cuerpo negro que emite energía siguiendo la ley de Planck a una temperatura de unos 6000 K. La radiación solar se distribuye desde infrarrojo hasta ultravioleta. No toda la radiación alcanza la superficie de la tierra, pues las ondas ultravioletas, más cortas, son absorbidas por los gases de la atmósfera fundamentalmente por el ozono. La magnitud que mide la radiación solar que llega a la tierra es la irradiancia, que mide la energía que, por unidad de tiempo y área, alcanza a la tierra. Su unidad es el W/m2 (vatio x metro cuadrado). (Barberá Santos, s.f.)

1.12.1.2.1 GENERACIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR

El sol es la estrella más cercana a la tierra y está catalogada como una estrella enana amarilla. Sus regiones interiores son totalmente inaccesibles a la observación directa y es allí donde ocurren temperaturas de unos 20 millones de grados necesarios para producir las reacciones nucleares que producen su energía. La capa más externa que es la que produce casi toda la radiación observada se llama fotosfera y tiene una temperatura de 6000 K. Tiene sólo una anchura entre 200 y 300 km. Por encima de ella está la cromosfera con una anchura de unos 15.000 Km. Más exterior aún es la corona solar, una parte muy tenue y caliente que se extiende varios millones de kilómetros y que sólo es visible durante los eclipses solares totales. La superficie de la fotosfera aparece conformada de un gran número de gránulos brillantes producidos por las células de convección. También aparecen fenómenos cíclicos que conforman la actividad solar como manchas solares, fáculas, protuberancias solares, etc. Estos procesos que tienen lugar a diferentes profundidades, van acompañados siempre de una emisión de energía que se superpone a la principal emisión de la fotosfera y que hace que el sol se aleje ligeramente en su emisión de energía

del cuerpo negro a cortas longitudes de onda por la emisión de rayos X y a largas longitudes por los fenómenos nombrados, destacando que no es la emisión igual cuando el sol está en calma que activo. Además, la cromosfera y corona absorben y emiten radiación que se superpone a la principal fuente que es la fotosfera. (Barberá Santos, s.f.)

1.12.1.2.2 DISTRIBUCIÓN ESPECTRAL DE LA RADIACIÓN SOLAR

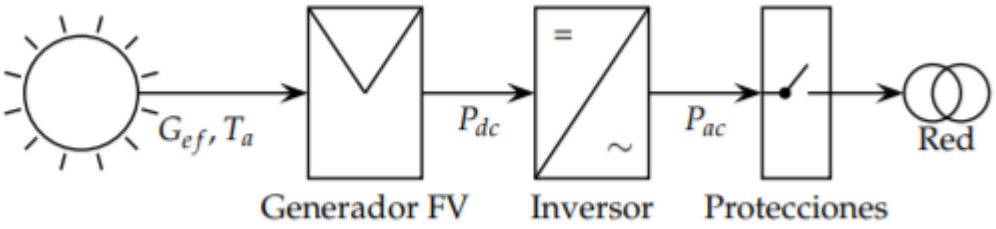
La aplicación de la Ley de Planck al sol con una temperatura superficial de unos 6000 K conlleva que el 99% de la radiación emitida está entre longitudes de onda 0,15 micrómetros o micras y 4 micras. Como 1 ángstrom 1 A= 10-10 m= 10 -6 micras resulta que el sol emite un rango de 1500 A hasta 4000 A. La luz visible se extiende desde 4000 A a 7000 A. L a radiación ultravioleta u ondas cortas iría desde los 1500 A a los 4000 A y la radiación infrarroja u ondas largas desde las 0,74 micras a 4 micras. La atmósfera de la tierra constituye un importante filtro que hace inobservable radiación de longitud de onda inferior a las 0,29 micras por la fuerte absorción del ozono y oxígeno. Ello librará de la radiación ultravioleta más peligrosa para la salud. La atmósfera es opaca a toda radiación infrarroja de longitud de onda superior a las 24 micras, lo cual no afecta a la radiación solar, pero si a la energía emitida por la tierra que llega hasta las 40 micras y que es absorbida. A este efecto se conoce como efecto invernadero. Pero la emisión solar difiere de la de un cuerpo negro sobre todo en el ultravioleta. En el infrarrojo se corresponde mejor con la temperatura de un cuerpo negro de 5779 ºC y en el visible. Se trata de que la radiación solar no se produce en las mismas capas y se observa la temperatura de cada una de ellas donde se produce la energía. (Barberá Santos, s.f.)

1.12.2 SISTEMAS FOTOVOLTAICOS DE CONEXIÓN A RED

Un Sistema Fotovoltaico Conectado a la Red (SFCR) es un sistema cuya función es producir energía eléctrica en condiciones adecuadas para poder ser inyectada en la red convencional. Como se muestra en la Ilustración 16, un SFCR se compone del generador fotovoltaico, un inversor DC/AC y un Conjunto de protecciones eléctricas. La energía producida por este sistema será consumida parcial o totalmente en las cercanías, y la energía sobrante será inyectada en la red para su distribución a otros puntos de consumo. Es común que existan mecanismos de retribución económica que compensan al propietario

del sistema por la energía que su sistema intercambia con la red. Pueden distinguirse, de forma simplificada, dos esquemas: la retribución con prima (feed-in tariff) y el balance neto (net-metering). En el mecanismo de retribución con prima, generalmente el propietario del SFCR recibe ingresos derivados de la energía total producida (independientemente de la que haya sido consumida en las cercanías del SFCR). En este caso, el diseño no necesita considerar un consumo a satisfacer, como sí será el caso en los sistemas autónomos o de bombeo. Con este mecanismo, el objetivo del diseñador es que la producción anual del sistema sea la máxima posible sin tomar en consideración los consumos cercanos (siendo posible instalar un SFCR sin ningún consumo asociado). Este mecanismo favorece la implantación de los sistemas fotovoltaicos cuando el coste de la energía producida es superior al de la tarifa eléctrica convencional (sin tener en consideración las externalidades ambientales). Aunque formalmente favorece la generación distribuida, sin ningún condicionante adicional puede ocasionar un crecimiento desordenado que disocie las ubicaciones de los sistemas fotovoltaicos de los centros de consumo. El mecanismo de balance neto compensa los saldos de energía eléctrica entre el SFCR y un sistema de consumo asociado. Cuando la producción del SFCR supera al consumo, la red eléctrica absorbe el excedente puntual, generándose derechos de consumo diferido para el propietario del SFCR. Estos derechos de consumo se pueden ejercer cuando la producción del SFCR no es suficiente para satisfacer el consumo asociado. La interacción entre el SFCR, el consumo y la red bajo este mecanismo de retribución favorece la generación distribuida y la gestión de la demanda. El diseño de un SFCR en el contexto de este mecanismo debe incluir el consumo asociado como una variable adicional que condicionará el tamaño del generador fotovoltaico. Salvo afirmación expresa en contra, a lo largo de este capítulo se supondrá que el SFCR se enmarca en un mecanismo de retribución con prima y, por tanto, se obviará el consumo asociado. (PERPIÑÁN LAMIGUEIRO, 2020)

Ilustración 16 Esquema de un SFCR



Fuente: (PERPIÑÁN LAMIGUEIRO, 2020)

1.12.2.1 COMPONENTES DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO A LA RED.

- **Panel fotovoltaico:** Los módulos fotovoltaicos, generadores fotovoltaicos o colectores solares fotovoltaicos (llamados a veces paneles solares, aunque esta denominación abarca otros dispositivos) están formados por un Conjunto de celdas (Células fotovoltaicas) que producen electricidad a partir de la luz que incide sobre ellos (Ver ilustración 17). El parámetro estandarizado para clasificar su potencia se denomina potencia pico, y se corresponde con la potencia máxima que el módulo puede entregar bajo unas condiciones estandarizadas, que son (PERPIÑÁN LAMIGUEIRO, 2020)
    - Radiación de 1000 W/m2.
    - Temperatura de célula de 25º C (no temperatura ambiente)

  Las placas fotovoltaicas se dividen en:

    - Cristalinas.
    - Mono cristalinas: se componen de secciones de un único cristal de silicio (reconocibles por su forma circular u octogonal, donde los cuatro lados cortos, si se observa se aprecia que son curvos, debido a que es una célula circular recortada).
    - Poli cristalina: cuando están formadas por pequeñas partículas cristalizadas.
    - Amorfas: cuando el silicio no se ha cristalizado.

Ilustración 17 Paneles solares

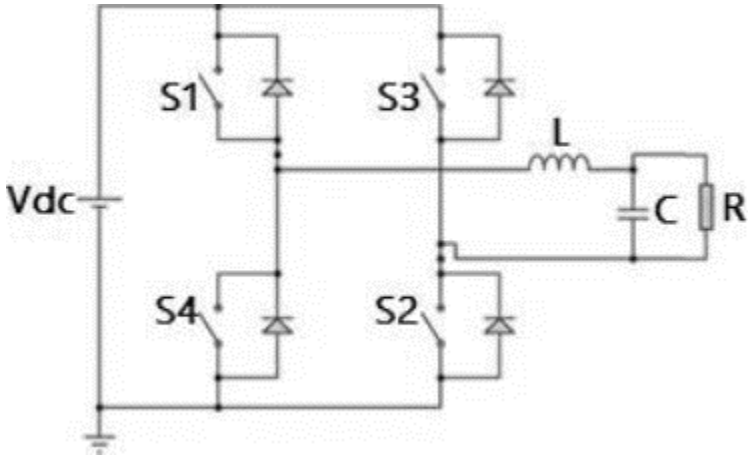


Fuente: (entrepreneur, 2017)

- **Inversor DC/AC:** La señal de potencia suministrada por un generador fotovoltaico iluminado es en tensión continua, que debe ser acondicionada para permitir el correcto acoplamiento a la red eléctrica. El equipo de acondicionamiento de potencia, denominado inversor DC/AC, realiza la conversión de continua a alterna cumpliendo con determinados requisitos de tensión eficaz, frecuencia, distorsión armónica de las ondas de tensión y corriente, eficiencia y rendimiento, seguridad eléctrica, etc. Como será explicado en un apartado posterior, el inversor generalmente funciona como fuente de corriente auto conmutada y sincronizada con la red.

  En la ilustración 18 se puede observar el esquema eléctrico típico de los inversores DC/AC, su configuración consiste de un puente de diodos los cuales permitirán ir rectificando la onda lineal a una onda sinusoidal, un filtro conformado por una inductancia y una capacitancia que permitirá filtrar la onda de ruidos. (PERPIÑÁN LAMIGUEIRO, 2020)

Ilustración 18 Esquema eléctrico de un inversor DC/AC



Fuente: (researchgate, 2016)

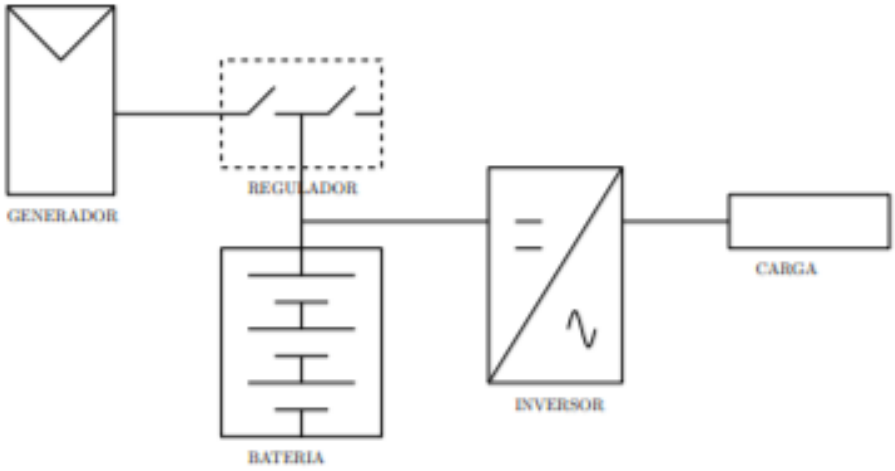
1.12.3 SISTEMAS FOTOVOLTAICOS AUTÓNOMOS

Un sistema fotovoltaico autónomo (SFA) produce energía eléctrica para satisfacer el consumo de cargas eléctricas no conectadas a la red, empleando un sistema de acumulación energético para hacer frente a los períodos en los que la generación es inferior al consumo.

En la ilustración 19 se muestran una configuración típica en los SFA. Estos sistemas están compuestos por el generador, un acumulador electroquímico y un regulador de carga y descarga. Cuando el consumo incluye cargas de alterna es necesario que el SFA incluya un inversor. Cabe la posibilidad de que el consumo esté compuesto por cargas en continua y en alterna, o exclusivamente por cargas en alterna. El funcionamiento del inversor puede ocasionar la circulación de transitorios de corriente que el regulador no es capaz de gestionar correctamente. Por este motivo, es recomendable que el inversor esté conectado directamente a la batería, y no a la salida del regulador. Los inversores para SFA suelen incorporar un mecanismo de regulación de descarga que permite esta conexión. El funcionamiento de estos inversores es, en muchos aspectos, similar al de los inversores de conexión a red, pero con varias peculiaridades. La principal diferencia está en su salida: dado que estos inversores no están conectados a una red con la que sincronizar, deben funcionar como fuentes de tensión (y no como fuentes de corriente, caso habitual en los

SFCR). Por lo general no incluyen un buscador del punto de máxima potencia. Como caso especial destacan los sistemas híbridos. Como se entenderá en la descripción de los métodos de dimensionado de los SFA, existe una probabilidad no nula de fallo de suministro. Así, durante un año típico, es previsible que un porcentaje de la energía demandada por la red de consumo no pueda ser correspondida por el SFA. El dimensionado de un SFA consiste, por tanto, en elegir los tamaños de generador y acumulador como una solución de compromiso entre mínima probabilidad de fallo y mínimo coste. Sin embargo, existen ciertas aplicaciones que no pueden estar sometidas a cortes de suministro (principalmente las aplicaciones profesionales) o redes de consumo de un tamaño tal que exigen un generador y acumulador excesivamente grandes. En estos casos el SFA incluye un grupo electrógeno que suministra la energía deficitaria y permite reducir el tamaño del SFA. Un SFA puro implica una inversión elevada, pero supone unos costes de mantenimiento muy bajos. Por el contrario, un grupo electrógeno es una adquisición poco costosa, pero está asociado a costes de mantenimiento no despreciables, principalmente en zonas remotas. La combinación de ambos permite reducir el tamaño del generador FV y el acumulador con la aportación energética del grupo, mientras que el generador fotovoltaico permite reducir las horas de funcionamiento del grupo, y por tanto el gasto en combustible y consiguiente mantenimiento. De aquí se sigue que el dimensionado de estos sistemas es, nuevamente, un ejercicio de optimización. El control de arranques y paradas del grupo vendrá definido por el funcionamiento de los equipos de consumo. Para aquellas cargas que no puedan asumir un corte de suministro el grupo funcionará como equipo de emergencia, activándose para alimentar estas cargas a partir de un nivel de alerta. En otros casos, bastará con que el grupo mantenga el nivel de flotación de la batería. En general, el inversor y el grupo electrógeno no funcionarán simultáneamente y no existirán problemas de sincronismo. En aquellos casos en los que exista la posibilidad de activación conjunta de estos dos equipos, se deberá incluir un mecanismo de sincronización entre ambos. (PERPIÑÁN LAMIGUEIRO, 2020)

Ilustración 19 Esquema eléctrico de un sistema fotovoltaico autónomo.



Fuente: (PERPIÑÁN LAMIGUEIRO, 2020)

1.12.3.1 COMPONENTES DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO AUTÓNOMO

- **Acumulador electroquímico:** Un acumulador electroquímico es una batería secundaria o recargable, como se puede apreciar en la ilustración 20 es capaz de almacenar energía eléctrica mediante una transformación en energía electroquímica. Es capaz de dar autonomía al sistema fotovoltaico al satisfacer los requerimientos de consumo en cualquier momento, independientemente de la generación. También contribuye al buen funcionamiento del sistema al aportar picos de intensidad superiores a los que proporciona el generador FV y al estabilizar el voltaje del sistema, evitando fluctuaciones dañinas en los equipos de consumo. La variada gama de acumuladores que se emplean en los SFA se basa, casi en su totalidad, en la tecnología de ácido-plomo. Es por esta razón que el contenido de este apartado hará referencia exclusiva a este tipo de acumuladores. (PERPIÑÁN LAMIGUEIRO, 2020)

Ilustración 20 Banco de batería para sistemas fotovoltaicos.



Fuente: (INDUSTRIAL, s.f.)

- **Regulador de carga:** Un regulador de carga como lo muestra la ilustración 21 es un equipo electrónico capaz de evitar la sobrecarga y la descarga excesiva de un acumulador cuando se alcanzan determinados umbrales, generalmente determinados por la tensión en bornes de la batería. Para proteger frente a la sobrecarga, el regulador puede desconectar al generador de la batería o bien derivar la corriente del generador hacia otro lugar, sea este un cortocircuito o un disipador. Esta última opción debe incorporar un diodo de bloqueo entre el generador y la batería para evitar descargas de ésta sobre el camino alternativo que ofrece el regulador. Para proteger frente a la sobre descarga, lo común, tanto en reguladores serie como paralelo, es desconectar los equipos de consumo de la batería. Estos equipos suelen emplear interruptores MOSFETs como dispositivos de conmutación. Es conveniente observar que en las dos protecciones la batería siempre es la que impone la tensión del sistema, sea al módulo, a los equipos de consumo o al menos

al regulador. Dicho de otra forma, los equipos de consumo y el módulo nunca quedan conectados de forma directa sin la intervención de la batería. Recordemos que una de las funciones del acumulador es estabilizar la tensión del sistema y así evitar fluctuaciones dañinas en los equipos de consumo. (PERPIÑÁN LAMIGUEIRO, 2020)

Ilustración 21 Regulador de Carga para sistemas fotovoltaicos.



Fuente: (Vistrónica, s.f.)

1.13 MARCO LEGAL

1.13.1 NORMAS INTERNACIONALES

Protocolo de Kioto. El Protocolo de Kioto sobre el cambio climático es un protocolo de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), y un acuerdo internacional que tiene por objetivo reducir las emisiones de seis gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global, en un porcentaje aproximado de al menos un 5 %. (MINAMBIENTE, Protocolo de Kioto, 2021)

Acuerdo de París 2015. El Acuerdo de París es un acuerdo dentro del marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático que establece medidas para la reducción de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) a través

de la mitigación, adaptación y resiliencia de los ecosistemas a efectos del Calentamiento Global, su aplicabilidad sería para el año 2020, cuando finaliza la vigencia del Protocolo de Kioto. (MINAMBIENTE, EL ACUERDO DE PARÍS, 2016)

1.13.2 NORMAS NACIONALES

Ley 99 de 1993 en su artículo 5º, numerales 32 y 33, asigna al Ministerio del Medio Ambiente, hoy Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, la función de promover la formulación de planes de reconversión industrial ligados a la implantación de tecnologías ambientalmente sanas, así como también promover, en coordinación con las entidades competentes y afines, la realización de programas de sustitución de los recursos naturales no renovables, para el desarrollo de tecnologías de generación de energías no contaminantes ni degradantes (SDHT, Ley 99 de 1993, 1993)

Ley 142 de 1994, define el régimen de prestación de los servicios públicos domiciliarios, entre los que se incluye: acueducto, alcantarillado, aseo, energía eléctrica, telefonía pública conmutada, telefonía móvil, rural y distribución de gas combustible. Esta ley establece que los servicios públicos domiciliarios podrán ser prestados por empresas o entidades privadas bajo el control y vigilancia de entidades sectoriales -Comisión de Regulación y Superintendencia de Servicios Públicos -, entidades territoriales y organizaciones comunitarias -Comité de Desarrollo y Control Social de los Servicios Públicos Domiciliarios- (SDHT, Ley 142 de 1994, 1994)

Ley 286 de 1996, Esta ley modificó algunos aspectos relacionados con los regímenes de contribuciones, tarifas y subsidios de las leyes 142 y 143 de 1994 (Congreso de Colombia, 2014). El parlamento colombiano aprueba en el año 1994 las leyes 142 y 143 que definen un nuevo marco regulador para establecer las condiciones que permitan el desarrollo de un mercado mayorista de energía eléctrica altamente competitivo. De este modo surge la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG), responsable en definitiva de regular el mercado mayorista de energía eléctrica. (funcionpublica, Ley 286 de 1996, 1996)

Ley 693 de 2001 Esta ley, de octubre de 2001, tiene como objeto el fomento del uso racional y eficiente de la energía -URE- (funcionpublica, Ley 693 de 2001, 2001)

Ley 697 de 2001 se declara el Uso Racional y Eficiente de la Energía (URE) como un asunto de interés social, público y de conveniencia nacional, fundamental para asegurar el abastecimiento energético pleno y oportuno, la competitividad de la economía colombiana, la protección al consumidor y la promoción del uso de energías no convencionales de manera sostenible con el medio ambiente y los recursos naturales (SDHT, Ley 697 de 2001, 2001)

Ley 1715 de 2014 Que regula la integración e implementación de la energía de renovación no convencional al sistema energético nacional (MinMinas, Ley 1715 de 2014, 2014)

Decreto 3683 de 2003, establece mecanismos y estímulos para la investigación y el financiamiento de Fuentes renovables y alternativas de energía (funcionpublica, Decreto 3683 de 2003, 2003)

Decreto 2492 de 2014 Define disposiciones en materia de implementación de mecanismos de respuesta de la demanda (funcionpublica, Decreto 2492 de 2014, 2014)

Decreto 2143 de 2015 "Por el cual se adiciona el Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía, 1073 de 2015, en lo relacionado con la definición de los lineamientos para la aplicación de los incentivos establecidos en el Capítulo III de la Ley 1715 de 2014" (funcionpublica, Decreto 2143 de 2015, 2015)

Decreto 348 de 2017 “Por el cual se adiciona el Decreto 1073 de 2015, en lo que respecta al establecimiento de los lineamientos de política pública en materia de gestión eficiente de la energía y entrega de excedentes de autogeneración a pequeña escala” (MinMinas, Decreto 348 de 2017, 2017)

Resolución 18-019 de 2010, adopta el Plan de Acción Indicativo 2010 – 2015 para desarrollar el Programa de Uso Eficiente y Racional de la Energía y demás formas de energía No convencionales – PROURE y se definen sus objetivos y subprogramas. El plan define compromisos muy específicos para los sectores y en particular para el de servicios públicos en materia de ahorro de energía (MinMinas, Resolución 18-019 de 2010, 2010)

Resolución UPME 281 de 2015 "Por la cual se define el límite máximo de potencia de la autogeneración a pequeña escala". Define el límite máximo de autogeneración a pequeña escala (MinMinas, Resolución UPME 281 de 2015, 2015)

Resolución Ministerio de Ambiente 1283 de 2016 "Por la cual se establece el procedimiento y requisitos para la expedición de la certificación de beneficio ambiental por nuevas inversiones en proyectos de Fuentes no convencionales de energías renovables - FNCER y gestión eficiente de la energía, para obtener los beneficios tributarios de que tratan los artículos 11, 12, 13 y 14 de la Ley 1715 de 2014 y se adoptan otras determinaciones" (MinAmbiente, 2016)

Resolución UPME 045 de 2016: "Por la cual se establecen los procedimientos y requisitos para emitir la certificación y avalar los proyectos de fuentes no convencionales de energía (FNCE), con miras a obtener el beneficio de la exclusión del IVA y la exención de gravamen arancelario de que tratan los artículos 12 y 13 de la Ley 1715 de 2014, y se toman otras determinaciones". La cual establece los procedimientos y requisitos para emitir certificación y avalar los proyectos de Fuentes o convencionales de energía con miras a obtener exención arancelaria y de IVA. Anexo Resolución 045 UPME Lista de bienes y servicios. Lista de bienes excluidos del IVA y exentos de gravamen arancelario (MinMinas, Resolución UPME 045 de 2016, 2016)

Resolución UPME 143 de 2016 “Registro de proyectos FNCER en la UPME” (MinMinas, Resolución UPME 143 de 2016 , 2016)

Resolución UPME 029 de 2016 “Por la cual se define un esquema de tarifas diferenciales para establecer los costos de prestación del servicio de energía eléctrica a usuarios regulados en el SIN para promover el ahorro voluntario de energía” (MinMinas, Resolución UPME 029 de 2016 , 2016)

Resolución UPME 143 de 2016 “El cual contiene Anexo 1: Formato sobre características particulares de proyectos. Anexo 2: Información Requerida para proyectos menores a 1 MW. Anexo 3: Información adicional requerida para Proyectos Hidroeléctricos y Termoeléctricos Mayores a 1 MW” (MinMinas, Resolución UPME 143 de 2016 , 2016)

Resolución Ministerio de Ambiente 1283 de 2016, "Por la cual se establece el procedimiento y requisitos para la expedición de la certificación de beneficio ambiental por nuevas inversiones en proyectos de fuentes no convencionales de energías renovables - FNCER y gestión eficiente de la energía, para obtener los beneficios tributarios de que tratan los artículos 11, 12, 13 y 14 de la Ley 1715 de 2014 y se adoptan otras determinaciones" (MinAmbiente, 2016).

Resolución CREG 121 de 2017 "Por la cual se regulan las actividades de autogeneración a pequeña escala y de generación distribuida en el sistema interconectado nacional" (CREG, Resolución CREG 121 de 2017 , 2017)

Resolución 585 UPME de 2017 "Por la cual se establece el procedimiento para conceptual sobre los proyectos de eficiencia energética/gestión eficiente de la energía que se presenten para acceder al beneficio de tributario de que trata el literal d) del artículo 1.3.1.14.7 del Decreto 1625 de 2016; con sus respectivas modificaciones" (UPME, Resolución 585 UPME de 2017 , 2017)

Resolución 030 CREG de 2018 "Por la cual se regulan las actividades de autogeneración a pequeña escala y de generación distribuida en el Sistema Interconectado Nacional" (CREG, CREG 030 de 2018, 2018)

RETIE 2013 – Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas "Se establecen las medidas tendientes a garantizar la seguridad de las personas, de la vida tanto animal como vegetal y la preservación del medio ambiente; previniendo, minimizando o eliminando los riesgos de origen eléctrico. Sin perjuicio del cumplimiento de las reglamentaciones civiles, mecánicas y fabricación de equipos." (RETIE, 2013)

NTC 2050 – Código Eléctrico Colombiano "Este código contiene disposiciones que se consideran necesarias para la seguridad. El cumplimiento de las mismas y el mantenimiento adecuado darán lugar a una instalación prácticamente libre de riesgos, pero no necesariamente eficiente, conveniente o adecuada para el buen servicio o para ampliaciones futuras en el uso de la electricidad." (NTC2050, 1998)

ISO 26000 de 2010 "tiene como objetivo asesorar a las organizaciones y fomentar el desarrollo sostenible" (ISO, ISO 26000 de 2010, 2010)

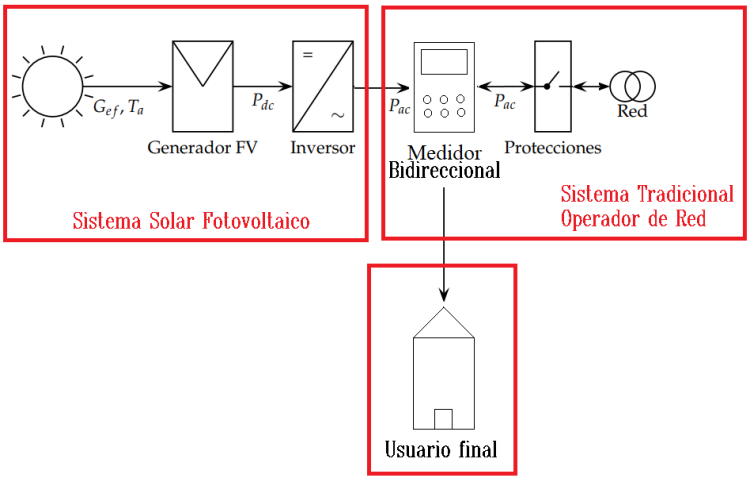
ISO 14001 de 2015 "Esta norma de Sistemas de Gestión Ambiental (SGA) consigue que las empresas puedan demostrar que son responsables y están comprometidas con la protección del medio ambiente." (ISO, ISO 14001:2015, 2015)

2. ANÁLISIS DEL MERCADO

2.1 OFERTA Y DEMANDA

La oferta dada al público es un sistema fotovoltaico On-Grid o conectado a la red cuya función es producir energía eléctrica en condiciones adecuadas para poder ser inyectada en la red convencional. Como se muestra en la ilustración 22, se compone del generador fotovoltaico, un inversor DC/AC y un Conjunto de protecciones eléctricas. La energía activa producida por este sistema será del 33% (2361 kWh) de la total demandada por las zonas comunes del Conjunto (6949 kWh), y estará ubicada en una torre Residencial de las 17 torres existente, para que en un futuro, este proyecto se pueda replicar en todas las 16 torres restantes y pueda generar hasta un 561% de energía activa equivalente a 40.137 kWh la cual podrá ser vendida al operador de red de Codensa para su distribución a otros puntos de consumo. En este caso, el diseño no necesita considerar un consumo a satisfacer, como sí será el caso en los sistemas off-Grid o de bombeo. Con este mecanismo, el objetivo es que la producción anual del sistema sea la máxima posible sin tomar en consideración los consumos cercanos. Este mecanismo favorece la implantación de los sistemas fotovoltaicos cuando el coste de la energía producida es superior al de la tarifa eléctrica convencional. (LAMIGUEIRO, 2018, pág. 63)

Ilustración 22 Esquema del Sistema Fotovoltaico Conectado a la Red



Fuente: Adaptado de (LAMIGUEIRO, 2018)

La demanda está dada por la cantidad de KW/mes consumido en las zonas comunes por los habitantes del Conjunto Residencial Hayuelos Reservados II, interesados en la disminución del costo en la facturación y el consumo de energía.

2.2 MERCADO OBJETIVO

El mercado objetivo al cual se pretende llegar con la propuesta del dimensionamiento del sistema de energía fotovoltaica es el Conjunto Residencial Hayuelos Reservados II; Este hace parte de un cierto tipo de urbanizaciones cerradas, en las que se comparten áreas comunes (zonas verdes, pasillos, ascensores, escaleras, terrazas, vías, etc.), que son llamadas también propiedades horizontales.

El mercado objetivo a largo plazo será la venta de energía sobrante al operador de red Codensa, mediante la réplica del proyecto en las 16 torres restantes, se podría pensar en suministrar energía a Conjuntos en las cercanías, pero no es viable ya que el Conjunto no cuenta con la infraestructura física para realizar las distribuciones. Además, normativamente el Conjunto está dentro del grupo de usuario regulado con cargas contratadas inferiores 2MW y, por tanto, no es posible participar en el mercado de energía mayorista de Colombia.

2.3 MEDICIÓN DE SATISFACCIÓN

La encuesta de satisfacción es el método más clásico y utilizado para conocer qué piensan los clientes de los bienes o servicios adquiridos.

La encuesta de satisfacción del cliente es una herramienta que ayuda a comprobar los niveles de satisfacción, ya que permite obtener retroalimentación sobre la calidad, en este caso de la propuesta del dimensionamiento del sistema de energía fotovoltaico. El uso de preguntas de opción múltiple puede tener un gran impacto en la obtención de los resultados deseados.

Estas encuestas también pueden ser fundamentales para el desarrollo de nuevas características o productos mediante el análisis de las respuestas obtenidas, pues tienden a comentar lo que puede o no funcionar respecto a las tendencias actuales del mercado. (QuestionPro, s.f.)

Por lo anterior, se pretende generar la encuesta a través de un espacio virtual en el cual pueda ser alimentando constantemente de manera sencilla y práctica, salvaguardando la salud de todos los usuarios en tiempos de dificultad epidemiológica; y garantizando la evolución del proyecto mediante la participación de los clientes.

La herramienta de Google denominada formularios, permite hacer encuestas online que pueden ser alimentadas y verificadas constantemente. El nivel de satisfacción del proyecto se mediría a través del siguiente enlace:

https://docs.google.com/forms/d/1iCypHk2xBgk9zrw_RTuMMUFg7xSgYtm8ghAlOog2YS0/edit?chromeless=1.

2.4 CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO.

2.4.1 ESPECIFICACIONES DEL DIAGNÓSTICO

Para hacer la proyección de la adecuación del sistema fotovoltaico en el Conjunto es necesario determinar la demanda potencial a través del consumo registrado en los últimos 6 meses de facturación suministrada por el operador de energía local, conocer el tablero eléctrico con el fin de determinar la disponibilidad existente para la integración del sistema fotovoltaico, identificar el área disponible para la instalación de paneles; Conocer la irradiación solar a través del histórico de datos que nos suministra la estación meteorológica del aeropuerto el dorado, la cual se encuentra en las cercanías del Conjunto Residencial objeto de estudio.

2.4.2 INSTALACIÓN

Teniendo en cuenta lo anterior, se dimensiona el sistema y se procede a la instalación mediante los siguientes pasos:

1. *Preparación para la instalación*
    - Ubicar el panel fotovoltaico en un lugar libre de sombras de árboles, casas u otros obstáculos que le impidan recibir directamente los rayos del sol.
    - El panel fotovoltaico se debe ubicar en un lugar seguro donde no pueda ser robado, ni dañado o manipulado por terceras personas.
    - La ubicación del panel permitirá instalar los otros componentes del sistema en un lugar seguro y seco, para ello debe considerar las siguientes recomendaciones:
        - Espacios de fácil acceso para el mantenimiento.
        - Tiene que ser visible para los habitantes.
        - Cercano al panel, pero ubicados en un espacio ventilado, que no tenga humedad y donde se evite la presencia de polvo.
2. Procedimiento para la instalación del sistema fotovoltaico.

- Colocar el panel fotovoltaico en la estructura de metal que se ha construido para soportarlo.
- Conectar los cables del panel.
- Montaje del panel al soporte de metal.

3. Fijar el panel en el lugar donde quedará instalado. Para asegurar el funcionamiento adecuado del panel solar, esté debe estar ubicado de tal forma que capte la mayor cantidad de energía solar en el transcurso del día. Para ello, previo a fijar el panel, revise nuevamente que este cumple con los tres requisitos o factores claves: inclinación, orientación, ausencia de sombra.
4. Instalación del inversor.
5. Instalación de medidor bidireccional.
6. Instalación de las protecciones.

2.4.3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS

La característica técnica de los equipos necesarios para el dimensionamiento del sistema fotovoltaico se describe en la ilustración 23, 24, 25, 26. Todos los productos deberán contar con la certificación de producto del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE).

Ilustración 23 Panel solar

NOMBRE COMERCIAL	PANEL SOLAR			
IMAGEN	DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO			
	DATOS ELÉCTRICOS		DATOS MECÁNICOS	
	Potencia nominal [Pmax]	400 W	Tipo de celda	Mono PERC 158.75×158.75mm
	Voltaje operación [Vmp]	41.7 V	Arreglo de celdas	48 (8x6)
	Corriente operación [Imp]	9.60 A	Material del marco	Aleación de aluminio anodizado
	Voltaje circuito Abierto [Voc]	49.8 V	Caja de conexiones	IP67, 3 diodos
	Corriente corto circuito [Isc]	10.36 A	Cable	4.0 mm2, 12 AWG, 1160 mm
	Eficiencia modulo	19.88 %		

Fuente: Autores

Ilustración 24 Inversor

NOMBRE COMERCIAL	INVERSOR			
IMAGEN	DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO			
	DATOS ELÉCTRICOS DE ENTRADA		DATOS ELÉCTRICOS DE SALIDA	
	Corriente máx. entrada	50 A	Potencia nominal CA (Pac,r)	15.000 W
	Corriente máx. cortocircuito por MPPT	75 A	Corriente nominal de salida (Iac nom)	41.6 A
	Mínima tensión de entrada (Udc. Min)	325 V	Acoplamiento a la red (rango de tensión)	3 ~NPE 208/220 V
	Tensión mínima de en servicio (Udc arranque)	325 V	Frecuencia	60 Hz
	Máxima tensión de entrada (Udc máx)	1.000 V	THD	< 3.5%
	DATOS GENERALES			
	Rendimiento		97.3 %	
	Eficiencia mínima		96.5 %	

Fuente: Autores

Ilustración 25 Medidor bidireccional

NOMBRE COMERCIAL	MEDIDOR BIDIRECCIONAL	
IMAGEN	DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	
	***Voltaje (V)***	120-208
	Corriente básica (A)	1-10
	Corriente máxima (A)	100
	Clase	0.5s
	Posee perfil horario	SI

Fuente: Autores

Ilustración 26 Transformador de corriente

NOMBRE COMERCIAL	TRANSFORMADOR DE CORRIENTE (Transformador de corriente	
IMAGEN	DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	
	**CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS**	
	Tensión Nominal del sistema	208/120 V y 480/277 V
	Tensión Máxima	600 V
	Disposición del sistema	Trifilar tetrafilar (3 Fases + Neutro)
	Frecuencia del sistema	60 Hz
	CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES	
	Altura sobre el nivel del mar	2 640 m
	Ambiente	Tropical
	Humedad	Mayor al 90%
	Temperatura máxima y mínima	30 °C y -5 °C
	Instalación	Exterior

Fuente: Autores

2.4.4 MANTENIMIENTO

El polvo o cualquier agente que tiene el módulo solar limita la exposición a la radiación por lo que es aconsejable realizar una limpieza de rutina, por lo general cada 3 meses, que consiste en limpiar el panel de la suciedad acumulada.

El panel solar se enjuaga y se limpia, incluso con los fenómenos meteorológicos como la lluvia, pero esto no es suficiente para su purificación, se debe utilizar agua y una esponja no abrasiva, sin embargo, si el panel necesita más limpieza de lo habitual debido a la suciedad, lo ideal es elegir una esponja suave anti-estática, que disipa el agua para formar una especie de película protectora y al mismo tiempo elimina sustancias grasas como el smog, piedra caliza, hollín o residuo orgánico cristalizado sobre el módulo fotovoltaico. (hgingenieria, s.f.)

2.4.5 FABRICANTES

Alguno de los fabricantes encargados del suministro de los equipos necesarios para la implementación del sistema fotovoltaico se puede visualizar en la Tabla 7.

Tabla 7 Proveedores

Proveedor	Equipo
Jinko solar	Paneles Solares
Symo advance	inversores
Codensa	Medidor de energía bidireccional
Celtesa / procables	Cableado
Legrand	Protecciones

Fuente: Autores

La anterior lista corresponde a los fabricantes con los cuales se tiene contemplado trabajar.

2.4.6 PRECIO Y CALIDAD

Los equipos necesarios para conformar el sistema fotovoltaico son ofrecidos a precios que se encuentran por debajo de la media del mercado. Los precios son fijados a través de una alianza corporativo dentro de la cual se estableció libertad de publicidad de los productos dentro del proyecto.

La calidad de los productos está regida por la certificación de producto RETIE, que por supuesto lo tienen los fabricantes. Adicionalmente, se manejan garantías de los productos, profesionales encargados de la instalación y la atención pos venta lo que genera un alto nivel de calidad.

2.4.7 CANALES DE DISTRIBUCIÓN

Los canales de distribución más eficientes en la actualidad sin lugar a duda se han reducido a unos cuantos, principalmente lo que se conoce hoy en día como e-commerce (publicidad digital). El nacimiento del proyecto en plena revolución tecnológica, el entendimiento y uso de esta permite estar a la vanguardia de este medio como canal de distribución.

Hoy en día las redes sociales son manipuladas incluso por jóvenes menores de edad, lo cual garantiza que se puede llegar a todos los habitantes del Conjunto de una manera rápida, eficaz y práctica.

Aunque no es el único canal, también puede hacerse uso de una práctica ancestral que es la publicidad mediante volantes en la recepción del Conjunto.

2.5 CARACTERIZACIÓN COMPETENCIA POLÍTICAS Y PRECIOS.

La caracterización de la competencia se hace fijando necesidades relevantes (calidad, pecio, servicio al cliente, canales de distribución y percepción general) como variables valoradas y se hace una comparación de entidades sobresalientes en el en mercado de las FNCE (Fuentes no convencionales de energía); La valoración dada tiene un rango entre 1 y 10, en donde uno es el valor más bajo y 10

el más alto; En la tabla 8 se puede observar la calificación de cada una de las variables, que fueron extraídas de la página web llamada www.lasempresas.com.co.

Tabla 8 Cuadro comparativo de la competencia

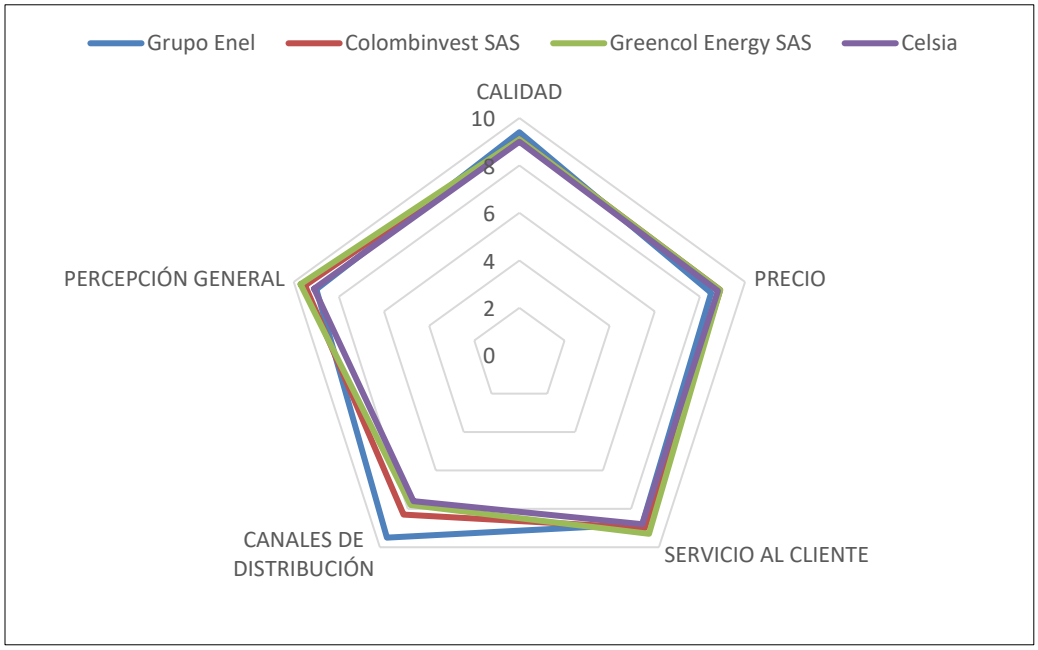
ORGANIZACIONES	VARIABLES EVALUADAS				
	CALIDAD	PRECIO	SERVICIO AL CLIENTE	CANALES DE DISTRIBUCIÓN	PERCEPCIÓN GENERAL
Grupo Enel	9,4	8,5	8,8	9,5	9
Colombinvest SAS	9,1	8,9	9	8,3	9,5
Greencol Energy SAS	9,1	8,9	9,3	7,8	9,7
Celsia	9	8,8	8,8	7,6	9,1

Fuente: Autores

De lo anterior se puede determinar que, de las variables valoradas, el precio y los canales de distribución tienen una ponderación baja en cada una de las empresas relacionadas con anterioridad.

Con base en la tabla anterior, se proyecta el diagrama radar como se ve en la Ilustración 27. Dicho diagrama resalta las fortalezas o debilidades de la competencia. Presenta claramente las categorías importantes de desempeño; y permite proyectar caminos en los cuales se puede competir.

Ilustración 27 Diagrama Radar



Fuente: Autores

De acuerdo con lo anterior, se determinan fortalezas altas y muy reñida competencia en cuanto a calidad, servicio al cliente y a la reputación de cada una de las empresas objeto de estudio. Por lo tanto, se puede visualizar que existe una oportunidad de competir en el mercado en aspectos tales como precios y canales de distribución, debido a que se observa una debilidad general en estas áreas.

2.6 TÉCNICAS Y FORMAS DE ANÁLISIS

De acuerdo con los diferentes tipos de mercado y al contenido y desarrollo del proyecto, se hace necesario establecer el tipo de análisis de mercado que se adapte más. Por tal razón, y en vista de la envergadura y tiempo para el desarrollo del mismo se ha seleccionado el estudio de mercado exploratorio; Se usa cuando se quiere desglosar pequeñas partes de un gran problema de forma precisa. Se trata de un estudio preliminar, muy flexible y poco formal, que se basa en el estudio de datos ya existentes (información primaria o

secundaria), en entrevistas con personas expertas y en el examen de situaciones análogas mediante casos de estudio y simulaciones. (companiademarketing, s.f.)

2.7 MUESTRA

La muestra se toma de la población que habita el Conjunto Residencial Hayuelos Reservados II. Es decir, el Conjunto tiene la suma de 408 apartamentos que son tomados como unidades familiares. En este caso, se puede identificar a cada uno de los individuos y ubicar geográficamente, por tanto, el método de muestreo es probabilístico.

La población objeto de estudio es una población finita dado que conocemos la cantidad exacta, por consiguiente, en la ecuación 1 se describen los parámetros para determinar la muestra necesaria para realizar la encuesta:

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{d^2 * (N-1) + Z^2 * p * q}$$

Ecuación 1 Tamaño de la muestra

Donde:

n= Tamaño de la muestra

N= Total de la población (408)

Z= 1,96 al cuadrado (seguridad del 95%)

P= Proporción esperada (en este caso 5%= 0.05)

q = 1 – p (en este caso 1-0,05 = 0,95)

d = Precisión (en este caso 5%)

Reemplazando:

$$n = \frac{408 * 1.96^2 * 0.05 * 0.95}{0.05^2 * (408-1) + 1.96^2 * 0.05 * 0.95}$$

$$n = 62$$

De acuerdo con los cálculos realizados, se determinó que la muestra de la población objeto de estudio es 62, de modo que ese será la cantidad de personas a encuestar.

2.8 ENCUESTA

La encuesta es una herramienta mediante la cual se pueda analizar la población objeto de estudio con respecto a la propuesta del dimensionamiento de un sistema fotovoltaico, indagando en siete aspectos específicos como lo son: tendencia, producto, oferta de productos, demanda, precio, canales de comercialización y estrategia de comercialización.

2.9 CONSTRUCCIÓN DE LA ENCUESTA

Las preguntas realizadas fueron estructuradas a través de una matriz de operacionalización de variables (Anexo 9.1). Lo anterior, dio lugar al levantamiento de información primaria a través de encuestas dirigidas a la muestra obtenida del total de población perteneciente al Conjunto Residencial Hayuelos Reservados II. De esta manera se establece la demanda cualitativa y cuantitativa del mercado junto con los atributos esperados del producto.

Los factores en los cuales se centraron las preguntas son:

Tendencia: Las preguntas elaboradas en este apartado están enfocadas a descubrir si los habitantes del Conjunto tienen una inclinación elevada por el desarrollo de proyectos de energía sostenible (fotovoltaica).

Producto: En este factor se quiere reconocer que atributos del producto son más atractivos para los habitantes del Conjunto Residencial.

Oferta de productos: En este factor se busca conocer información de la competencia a través de la perspectiva de las personas, a quienes va dirigido el proyecto.

Demanda: Este factor busca conocer como suplen actualmente los requerimientos energéticos dentro del Conjunto.

Precio: En este ítem se establecen preguntas dirigidas a indagar por el valor que estaría dispuesto a pagar una vivienda por un proyecto de energía fotovoltaica.

Canales de distribución: Los medios que están disponibles para llevar a cabo labores de publicidad no siempre son efectivos en su mayoría, por ende, se hace necesario conocer a través de los habitantes del Conjunto que canales de distribución son más significativos.

Estrategia de comercialización: Se busca conocer que intereses tienen los usuarios, para así mismo generar estrategias que vayan acorde a los intereses colectivos.

2.10 RESUMEN DE LA ENCUESTA

Las encuestas fueron enviadas a los correos de los propietarios por medio de la administradora del Conjunto Residencial Hayuelos Reservados II usando la aplicación de formularios de Google.

De la encuesta se determinó lo siguiente:

- En términos generales la idea de implementación de un sistema fotovoltaico es bien recibido por los propietarios del Conjunto Residencial Hayuelos Reservados II, los encuestados manifiestan un alto grado de compromiso ambiental, y son conscientes de los beneficios que traen el proyecto para la economía de sus hogares sobre otras

fuentes de energía. La inclinación que hay por fuentes de energía fotovoltaicos son favorables.

- Los habitantes del Conjunto demandan según los resultados de la muestra que el producto sea de buena calidad, que los precios que manejen sean justos, que sea amigable con el medio ambiente, que tenga un muy buen servicio post venta, que tenga unas características de lavado sencillo y que su vida útil no sea inferior a 25 años
- La cantidad de energía elevada que es consumida en las áreas comunes es percibida con claridad por los habitantes del Conjunto, son conscientes del gasto significativo que representa alimentar los puntos de la red que iluminan las zonas. Sin embargo, también saben que es necesario el funcionamiento constante de esos puntos de red.
- Existe competencia con un alto reconocimiento por parte de los encuestados, debido a que tienen una alta trayectoria y cotidianidad en el manejo de sus productos, esto es un factor que determina el campo de acción en las personas. Por otro lado, desconocen un sin número de empresas que se dedican a los sistemas fotovoltaicos, lo que permite tener “menor competencia”. La competencia es reconocida por los habitantes por su reputación, calidad y servicio al cliente; y deja campos de acción en canales de distribución y precios.
- La suma del valor que está dispuesto a pagar cada unidad familiar estaría acorde al costo que tiene la implementación de un sistema fotovoltaico.
- Los canales de distribución hoy en día son reducidos a las redes sociales. El resultado de la encuesta respalda esta idea, enalteciendo las plataformas de redes sociales como la máxima autoridad en publicidad.

Teniendo en cuenta los resultados de los factores indagados previamente, se puede determinar que la comunidad en general posee la capacidad de prever las bondades que puede generar un sistema fotovoltaico en su Conjunto Residencial. Esto significa que la buena elaboración del proyecto tendría muy buena acogida y una alta probabilidad de aceptación. (Ver anexo 9.1. Matriz de operacionalidad de variables).

2.11 CAPACIDAD DEL PROYECTO

La demanda histórica del consumo de energía en las zonas comunes del Conjunto Residencial Hayuelos Reservados II. Los datos fueron tomados de la factura dada por el operador de red en la cual está los consumos por mes de los últimos ocho meses, registrados en la tabla 9.

Tabla 9 Demanda histórica

Meses facturados	Potencia activa [kWh]	Potencia reactiva [kVAr]
Octubre	7840	1360
Noviembre	7600	1360
Diciembre	7720	1320
Enero	6360	580
Febrero	5600	600
Marzo	6000	640
Abril	7520	3760
Promedio ponderado	6949	1374

Fuente: Autores

De lo anterior se tiene el promedio de ocho meses de consumo que corresponde a 6949 KW/h de potencia activa y 1374 kVAr de potencia reactiva, que sería el consumo demandado por las zonas comunes del Conjunto para el sistema fotovoltaico.

La capacidad del proyecto inicialmente ofertará el 33% (2316 kWh) de la energía requerida toda vez que la instalación se hará solo en una torre del Conjunto, por lo cual el proyecto tiene la opción de replicarse en las 16 torres restantes con el fin de generar excedentes de energía para venderle al operador. Es decir, se podría constituir un modelo de negocio a largo plazo.

2.12 PLAN DE VENTAS

El plan de ventas está ligado a la estrategia corporativa que busca obtener precios bajos en los productos requeridos por el sistema fotovoltaico, a cambio de publicidad de las marcas de los equipos usados en el proyecto. Teniendo en cuenta el análisis realizado en el apartado denominado caracterización de la competencia, en el cual se determina que una de las debilidades es por precios, se busca llegar al usuario con precios bajos en comparación a la competencia y así generar un margen de utilidad no solo al cliente sino al proyecto también.

Por otro lado, se encuentra como debilidad el aspecto de canales de distribución para lo cual se tiene contemplada una ardua labor en la difusión del proyecto a través de redes sociales que son los medios más utilizados en la actualidad por todas las edades; En la encuesta se determinó que los propietarios del Conjunto Residencial Hayuelos reservado II se encuentra a favor de las redes como medio de publicidad, esto fortalece la idea de que el canal principal de distribución sea a través de redes sociales, puesto que son bien aceptadas y hoy en día ha incrementado su uso con la situación epidemiológica que atraviesa el país y el mundo.

El proyecto se aloja en una torre, y proyecta a futuro un negocio de venta de excedente de energía al operador de red al replicar el proyecto en las 16 torres restantes, convirtiéndose no solo en un medio de ahorro y aporte al ambiente, sino en un modelo de negocio sostenible.

3. PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO

3.1 OBJETIVOS:

3.1.1 OBJETIVO GENERAL:

Desarrollar un estudio de prefactibilidad determinando la ventaja de costo con la integración de un sistema On Grid entre energía fotovoltaica y energía tradicional para las zonas comunes del Conjunto Residencial Hayuelos Reservados II.

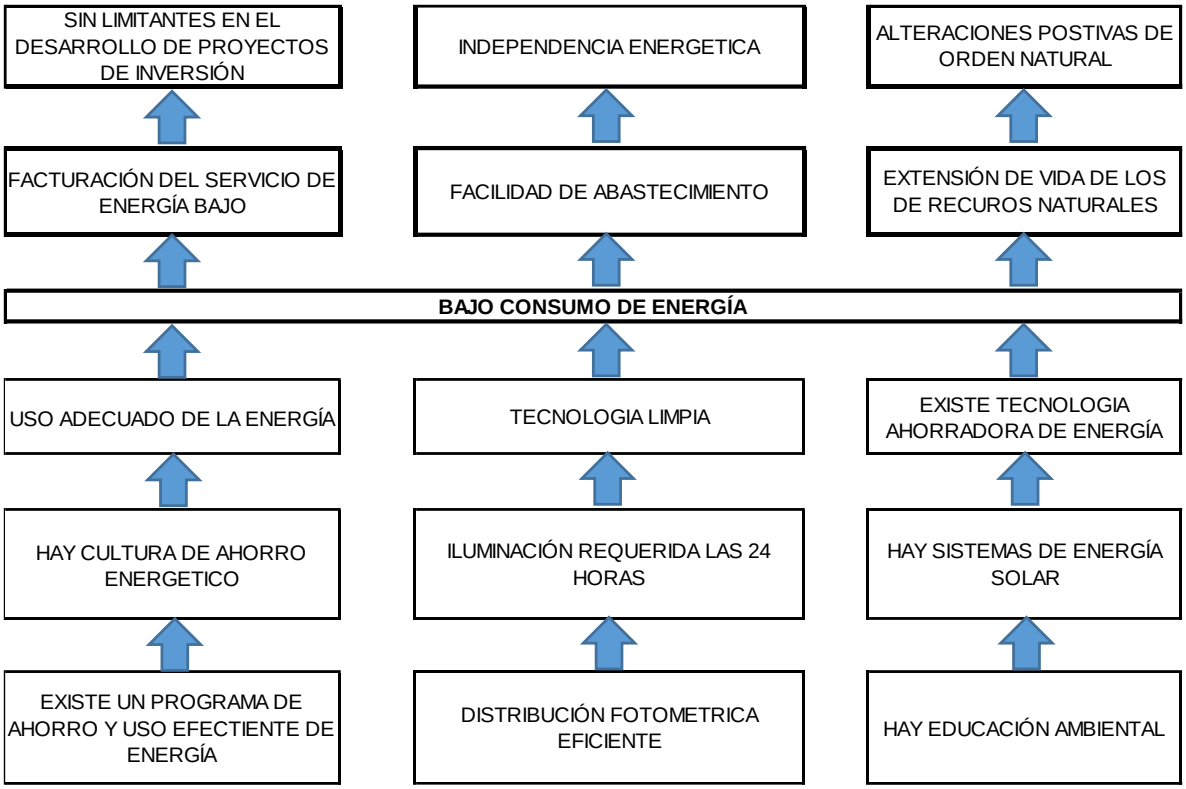
3.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Establecer la demanda potencial para construir escenarios de venta a partir de un estudio de mercado.
- Dimensionar el sistema fotovoltaico estableciendo requerimientos y equipos necesarios para la implementación a través de un estudio técnico.
- Determinar el impacto ambiental para conocer los beneficios del sistema fotovoltaico en el área de influencia, por medio del uso de una matriz ambiental.
- Determinar la viabilidad financiera para establecer la posibilidad de inversión, mediante flujos de caja, análisis de sensibilidad e indicadores.

3.2 ÁRBOL DE OBJETIVOS:

Partiendo del análisis del problema surgen lineamientos que nos guían hacía lo que se conoce como árbol de objetivos (ver Ilustración 28), que básicamente es lo opuesto de todo lo que ya fue identificado en el árbol de problemas como causas y efectos.

Ilustración 28 Árbol de objetivos



Fuente: Autores

El árbol de objetivos permitió identificar una serie de soluciones a las causas y efectos del problema, lo que a simple vista podría impactar positivamente el ámbito social, ambiental, económico, y financiero.

3.3 ACCIONES PARA ABORDAR LOS OBJETIVOS Y SUS LIMITANTES.

En la tabla 10 se describen las acciones para abordar los objetivos específicos del proyecto, y los limitantes que se han identificado para cada uno de ellos.

Tabla 10 Acciones para abordar los objetivos y limitantes

OBJETIVOS ESPECIFICOS	ACCIONES PARA ABORDARLOS	LIMITANTES DE OBJETIVOS
Establecer la demanda potencial para construir escenarios de venta a través de un estudio de mercado.	Realizar una encuesta para determinarla oferta y demanda del proyecto dentro del Conjunto Residencial.	Poca participación de los residentes del Conjunto.
	Realizar una casa de calidad QFD que permita satisfacer los requerimientos del cliente, y proponer soluciones acordes con esos requerimientos.	
Dimensionar el sistema fotovoltaico estableciendo requerimientos y equipos necesarios para la implementación a través de un estudio técnico.	Estudio de cargas del Conjunto	No tener acceso al cuarto eléctrico de la red existente.
Determinar el impacto ambiental para conocer los beneficios del sistema fotovoltaico en el área de influencia, por medio del uso de una matriz ambiental.	valorar los impactos que se generen	Ausencia de información
Determinar la viabilidad financiera para establecer la posibilidad de inversión, mediante flujos de caja, análisis de sensibilidad e indicadores.	Un flujo de caja sin financiamiento.	Presupuesto del Conjunto Residencial
	Un flujo de caja con financiamiento.	
	Análisis de sensibilidad.	
	Indicadores financieros.	

Fuente: Autores

3.4 RIESGOS Y COMO MITIGARLOS

A partir de los objetivos y de las acciones para cumplirlos se identificaron una serie de riesgos que se plasman en una matriz IPER (Identificar peligros. Evaluación, control, monitoreo y comunicación de riesgos), en esta matriz se da una valoración de probabilidad e impacto a cada uno de los riesgos y cada riesgo identificado tiene una acción de mitigación como se muestra en la tabla 12. La valoración está dada de 1 a 5 por los criterios dados en la tabla 11.

Tabla 11 Criterios de valoración

Probabilidad	
5	Frecuente
4	Moderado
3	Ocasional
2	Remoto
1	Improbable

Impacto		
5	Catastrófico	De suceder las consecuencias sería catastróficas.
4	Mayor	De suceder tendría altas consecuencias sobre la entidad.
3	Moderado	De presentarse el hecho tendría medianas consecuencias sobre la entidad o área.
2	Menor	De suceder habría un bajo impacto sobre la entidad o área
1	Insignificante	Si llegara a presentarse su impacto sería mínimo.

Fuente: Autores

Tabla 12 Identificación y valoración de riesgos

IDENTIFICACIÓN		ANÁLISIS		EVALUACIÓN	ACCIONES CORRECTIVAS
Nº	EVENTO ADVERSO	P	I		
R1	Que no haya transparencia en el diligenciamiento de la encuesta.	4	3	12	Remitirse a fuentes de información oficiales.
R2	La cooperación de los residentes del Conjunto sea baja o nula	3	3	9	Tener en cuenta la disponibilidad común de los residentes.
R3	Que los cálculos para el dimensionamiento del sistema se hagan de manera errada.	2	4	8	Usar un software que corrobore la información.
R4	Que el área disponible para el dimensionamiento sea modificada por los copropietarios	2	3	6	Se recomienda a la asamblea de copropietarios no modificar estas áreas a menos que ocurra un incidente que pueda atentar contra la vida humana.
R5	Que no se contemplen requerimientos existentes dentro del dimensionamiento.	3	4	12	Revisión periódica de lineamientos normativos aplicables al proyecto
R6	Que no se lleve a cabo una buena valoración de los impactos ambientales asociados al proyecto.	2	2	4	Hacer una reevaluación de la matriz junto con las fuentes de información usadas.
R7	Que el retorno de la inversión no se vea reflejado dentro del ciclo de vida del sistema fotovoltaico.	2	4	8	Reducir los costos de inversión y reducir la tasa de interés del crédito bancario.

Fuente: Autores

Teniendo en cuenta lo anterior, se da una multiplicación entre la probabilidad y el impacto para así determinar el ponderado de evaluación para cada uno de los riesgos identificados y por consiguiente dar un nivel de riesgo que se contempla en bajo, medio y alto (Ver Ilustración 29).

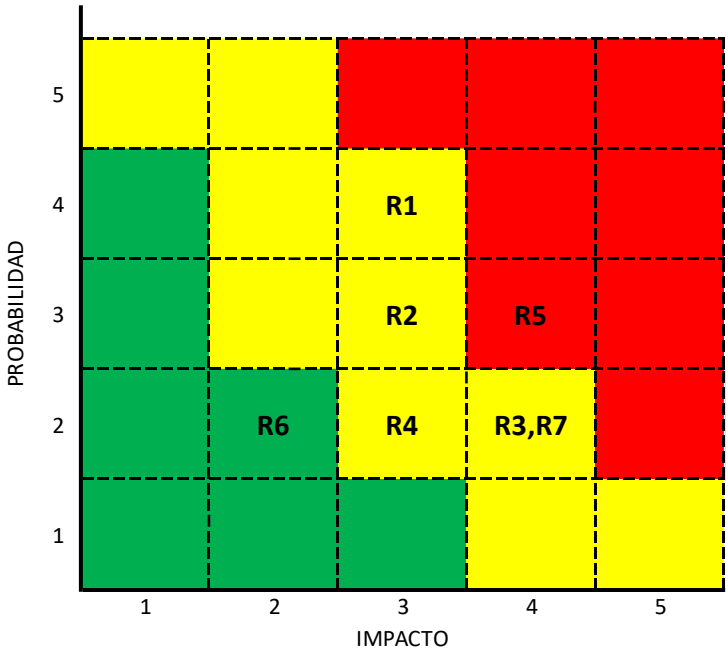
Ilustración 29 Nivel de riesgo



Fuente: Autores

De acuerdo con la identificación y valoración de los riesgos, se tiene la dispersión de los riesgos en la Ilustración 30.

Ilustración 30 Matriz de riesgo



Fuente: Autores

Por consiguiente, se determina que de los 7 riesgos identificados solo uno está en riesgo alto, 4 en riesgo medio y 1 en riesgo bajo; En la tabla 13, se relacionan los riesgos asociados al nivel de riesgo junto con sus acciones correctivas y/o mitigación.

Tabla 13 Acciones correctivas

IDENTIFICACIÓN		ACCIONES CORRECTIVAS
Nº	**EVENTO ADVERSO**	
R1	Que no haya transparencia en el diligenciamiento de la encuesta.	Remitirse a fuentes de información oficiales.
R2	La cooperación de los residentes del Conjunto sea baja o nula	Tener en cuenta la disponibilidad común de los residentes.
R3	Que los cálculos para el dimensionamiento del sistema se hagan de manera errada.	Usar un software que corrobore la información.
R4	Que el área disponible para el dimensionamiento sea modificada por los copropietarios	Se recomienda a la asamblea de copropietarios no modificar estas áreas a menos que ocurra un incidente que pueda atentar contra la vida humana.
R5	Que no se contemplen requerimientos existentes dentro del dimensionamiento.	Revisión periódica de lineamientos normativos aplicables al proyecto
R6	Que no se lleve a cabo una buena valoración de los impactos ambientales asociados al proyecto.	Hacer una reevaluación de la matriz junto con las fuentes de información usadas.
R7	Que el retorno de la inversión no se vea reflejado dentro del ciclo de vida del sistema fotovoltaico.	Reducir los costos de inversión y reducir la tasa de interés del crédito bancario.

Fuente: Autores

3.5 POLÍTICA DE CALIDAD

3.5.1 POLÍTICA INTEGRAL

El desarrollo del proyecto tiene lineamientos claros en el marco de su operación dados por los componentes de la responsabilidad social empresarial, la seguridad y salud en el trabajo y la protección del medio ambiente.

Todo lo anterior, enmarcado en el cumplimiento de la normatividad legal vigente aplicable como lo es la NTC 2050, RETIE 2013, ISO 26000:2010, ley 697 de 2001 ISO 14001:2015.

El cumplimiento de las normas se garantizará a través de check list que permita parametrizar los requerimientos del proyecto asociados a los lineamientos normativos.

3.5.2 RESPONSABILIDAD SOCIAL EMPRESARIAL

La responsabilidad social empresarial (RSE) en el marco del proyecto, tiene como iniciativa tomar acciones encaminadas a la educación ambiental, a través de la socialización del proyecto y de la difusión de conocimiento que tenga como objetivo la concientización de la comunidad en cuanto al ahorro y uso eficiente de los recursos de energía y los beneficios que trae consigo el uso de recursos renovables. De acuerdo con lo anterior se busca alterar positivamente el pensamiento que culturalmente se ha trasmitido a todas las generaciones en cuanto al uso inadecuado de los recursos.

En el proyecto, la RSE será puesta en marcha al tomar como referente algunos lineamientos de la ISO 26000 que tiene como objetivo asesorar a las organizaciones y fomentar el desarrollo sostenible. El desarrollo del proyecto, tendrá participación activa y desarrollo de la comunidad a través de un voluntariado encargado de dar capacitaciones ligadas al Uso eficiente de los recursos de energía promovidos por la Ley 697 de 2001, con lo cual se intenta generar un impacto social y ambiental positivo, más allá de las actividades propias del proyecto.

3.5.3 POLÍTICA DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

El dimensionamiento del sistema fotovoltaico se desarrolla cumpliendo la normativa nacional y los requisitos suscritos aplicables al proyecto. Por lo anterior, busca garantizar la seguridad y salud de sus colaboradores, de sus clientes y del medio ambiente mediante la aplicación de los lineamiento dados en el Código Eléctrico Colombiano **NTC 2050** que tiene como objeto salvaguardar a las personas y los bienes contra los riesgos que pueden surgir por el uso de la electricidad; Además

se hará uso del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - **RETIE 2013 -** que tiene como objeto establecer las medidas tendientes a garantizar la seguridad de las personas, de la vida tanto animal como vegetal y la preservación del medio ambiente.

El reglamento señala las exigencias y especificaciones que garantizan la seguridad de las instalaciones eléctricas con base en su buen funcionamiento; La confiabilidad, calidad y adecuada utilización de los productos y equipos. Es decir, fija los parámetros mínimos de seguridad para las instalaciones eléctricas, previniendo, minimizando o eliminando los riesgos de origen eléctrico.

3.5.4 POLÍTICA AMBIENTAL

El desarrollo del proyecto pretende generar el menor impacto negativo posible. Por tanto, es imperativo contemplar el uso de elementos que provengan de buenas prácticas ambientales y que sean necesarios para el dimensionamiento y equipamiento del sistema de energía solar.

Para dar cumplimiento a esta política se hará un análisis de proveedores que estén certificados bajo el sistema de gestión ambiental ISO 14001 de 2015, lo cual garantiza que sus actividades están encaminadas a la protección del medio ambiente y por lo tanto a la contribución positiva del mismo.

4. INGENIERÍA DEL PROYECTO

4.1 EJECUCIÓN DEL PROYECTO

La ejecución del proyecto está dada por el Conjunto de actividades que se describen en la Tabla 14, las cuales hacen parte del plan de trabajo.

Tabla 14 Plan de trabajo

PLAN DE TRABAJO HAYUELOS RESERVADOS II					
Ruta Crítica	**NUMERO DE ACTIVIDADES**		**DESCRIPCIÓN**	**DURACIÓN [DÍAS]**	**PREDECESOR**
1	1	Instalación de Estructuras	Instalación de rieles y accesorios sobre las estructuras del techo	14	
2	2	Instalación de Paneles	Instalación de Paneles Solares (incluye medición de voltaje en circuito abierto)	14	2
4	3	Cableado DC - Externo	Tendido de cable solar desde las estructuras hasta la entrada al cuarto eléctrico	7	8
6	4	Cableado DC - Interno	Instalación de canaleta metálica y tendido de cable solar hacia los inversores	2	6; 7
5	5	instalación de Conectores FV	instalación de conectores Fotovoltaicos Hembra y Macho	7	4
	6	Conexión de Series de los paneles solares	Interconexión de paneles en serie y conexión de circuitos.	7	4

PLAN DE TRABAJO HAYUELOS RESERVADOS II					
Ruta Crítica	**NUMERO DE ACTIVIDADES**		**DESCRIPCIÓN**	**DURACIÓN [DÍAS]**	**PREDECESOR**
3	7	Instalación de Inversores	Anclaje en pared de 2 inversores en cuarto eléctrico	7	3
7	8	instalación de Tablero de acople	Anclaje de tablero de acople en cuarto de eléctrico	1	5
8	9	Cableado y Conexión (inversor / tablero)	Instalación de canaleta metálica y tendido de cable AC desde los inversores hasta el tablero de medición	1	9
	10	Cableado y Conexión Tablero Existente	Tendido de cableado hacia tablero existente en sótanos	1	10
	11	Instalación, cableado y Configuración medidor	Anclaje en pared, cableado desde los inversores y configuración de medidor	1	10

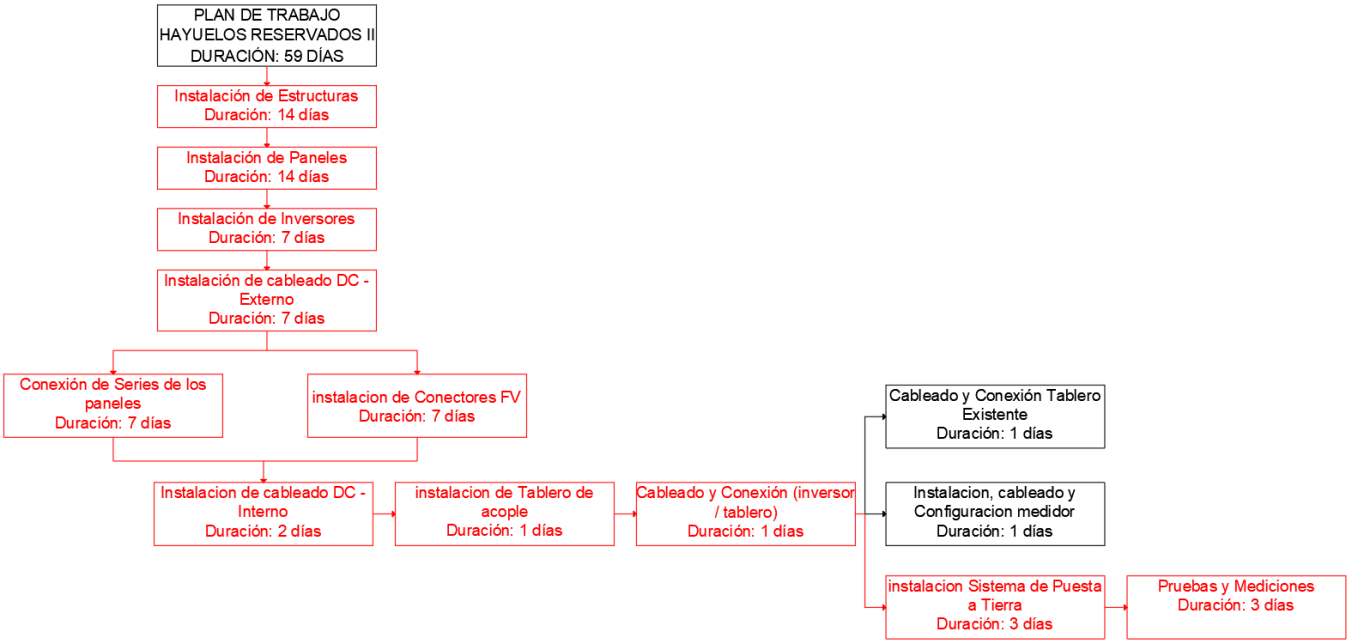
PLAN DE TRABAJO HAYUELOS RESERVADOS II					
Ruta Crítica	**NUMERO DE ACTIVIDADES**		**DESCRIPCIÓN**	**DURACIÓN [DÍAS]**	**PREDECESOR**
9	12	instalación Sistema de Puesta a Tierra	Tendido de cable de puesta a tierra desde estructura hasta inversores. Puesta a tierra de tablero. Instalación de varilla de puesta a tierra	3	10
10	13	Pruebas y Mediciones	Medición de Voltajes de series y paralelos, medición de sistema de puesta a tierra, medición de salida del sistema solar	3	13

Fuente: Autores

La anterior tabla muestra la cantidad de días necesarios para llevar a cabo cada actividad, junto con sus actividades predecesoras y ruta crítica.

La ruta crítica que se encuentra representada en la ilustración 31

Ilustración 31 Ruta Crítica

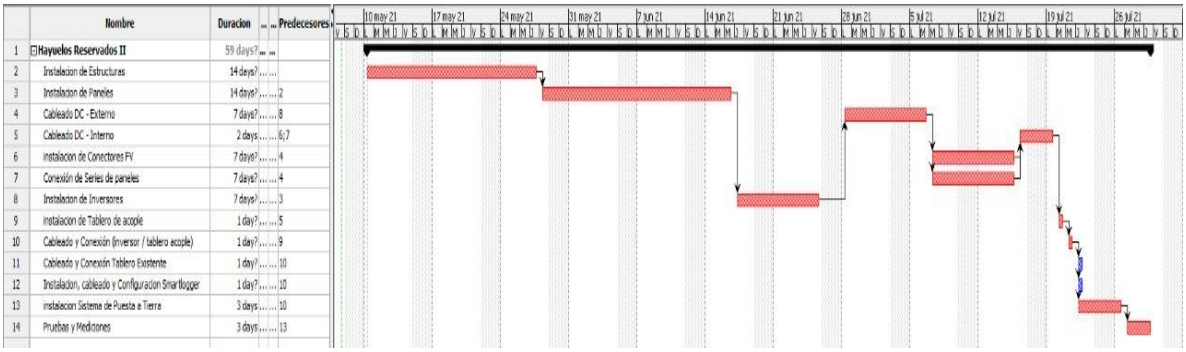


Fuente: Autores

En la anterior ilustración se puede observar que las únicas actividades ajenas a la ruta crítica son dos, cableado y conexión tablero existente y cableado y configuración medidor.

El tiempo de dedicación previsto para cada una de las actividades relacionadas a la implementación del sistema fotovoltaico se encuentra representa en un diagrama de Gantt como se puede observar en la Ilustración 32.

Ilustración 32 Diagrama de Gantt



	Nombre	Duracion	Predecesores
1	Hayuelos Reservados II	59 days?	
2	Instalacion de Estructuras	14 days?	
3	Instalacion de Paneles	14 days?	2
4	Cableado DC - Externo	7 days?	8
5	Cableado DC - Interno	2 days	6;7
6	instalacion de Conectores FV	7 days?	4
7	Conexión de Series de paneles	7 days?	4
8	Instalacion de Inversores	7 days?	3
9	instalacion de Tablero de acople	1 day?	5
10	Cableado y Conexión (inversor / tablero acople)	1 day?	9
11	Cableado y Conexión Tablero Existente	1 day?	10
12	Instalacion, cableado y Configuracion Smartlogger	1 day?	10
13	instalacion Sistema de Puesta a Tierra	3 days	10
14	Pruebas y Mediciones	3 days	13

Fuente: Autores

La ilustración representa en línea del tiempo la cantidad de días que demoraría la ejecución del proyecto por actividad, y totaliza a una cifra que corresponde a 59 días.

Ahora bien, teniendo en cuenta la cantidad de días contemplados para la ejecución del proyecto y el tiempo disponible operario detallado en la tabla 15, se puede determinar la cantidad de operarios requeridos para llevar a cabo la implementación del proyecto.

Tabla 15 Tiempo disponible operario

Tiempo calendario [h/año]		**2.920,00**
días/año	**turno/día**	**horas/turno**
365	1	8
Tiempos de descanso [h/año]		**680,00**
Días dominicales	52	
Días festivos	18	
Días vacaciones	15	
turno/día	1	
horas/turno	8	
Tiempos de "paradas" [h/año]		**112,00**
Tiempo de ausentismo	2%	44,80
Tiempo de enfermedad	3%	67,20
Otros tiempos [h/año]		**70,00**
descanso/turno	0,25	
días de operación	280	
turno/día	1	
tdo - Tiempo disponible operario [h/año]		**2.058,00**

Fuente: Autores

De la anterior tabla se puede establecer que los días de operación en un año es de 280 días, descontando los porcentajes de tiempos de ausentismo, enfermedad, vacaciones, descanso. Por tanto, en la tabla 16 se proyecta la cantidad de recursos necesarios para la implementación del proyecto.

Tabla 16 Recursos necesarios

Año	**Cantidad Proyectos**	**No de horas de trabajo requerida por año**	**Uso del recurso de operativa horas al año**
2022	1	472	1,68

Fuente: autores

Los resultados de la tabla arrojan una necesidad operativa de 1,68 lo cual representa dos recursos para llevar a cabo la implementación del proyecto.

4.2 DISEÑO

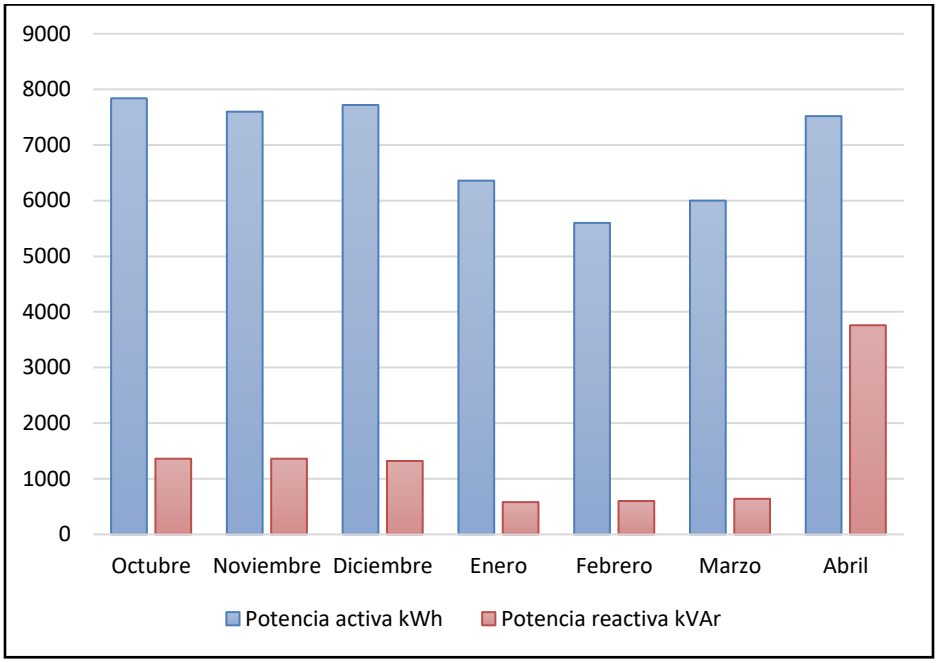
El diseño se define mediante los siguientes cálculos:

4.2.1 CÁLCULO DEL PANEL SOLAR

Para desarrollar esta incógnita, se deberá conocer los datos como el consumo eléctrico del edificio, la irradiación del sol para Bogotá y la potencia pico del panel solar para determinar la cantidad total de paneles necesarias para satisfacer la demanda exigida por las zonas comunes del Conjunto Residencial Hayuelos Reservados II.

Para determinar el consumo eléctrico del edificio, se requerirá de la factura de energía del operador de red, que detalla el consumo de energía activa y reactiva del edificio, como lo detalla la ilustración 33 y se procede a calcular el promedio ponderado de la energía activa teniendo en cuenta el histórico de datos del consumo de zonas comunes expresado en kWh/mes.

Ilustración 33 Comportamiento consumo de energía

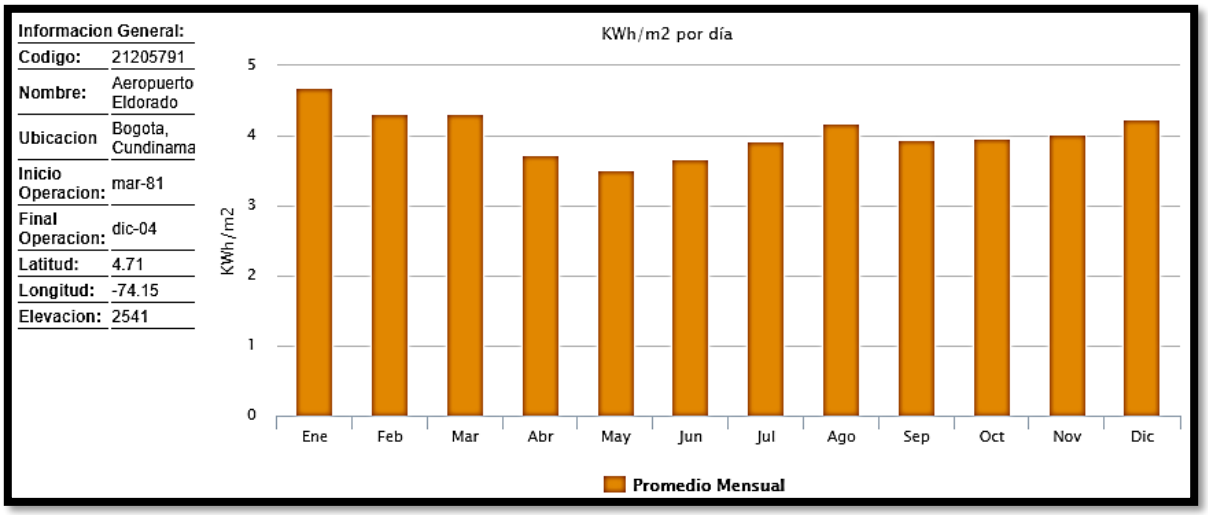


Tomado de: Adaptado de la factura de energía de Codensa

Se determinó que el promedio ponderado de energía activa es de 6949 kWh/mes, dato necesario para determinar la cantidad de paneles totales.

Para determinar la irradiación solar, se tomaron los datos captados por la estación meteorológica del aeropuerto el dorado que consta de un periodo de 23 años como los muestra la ilustración 34, de allí se determinó la irradiación promedio anual en kWh/m2 por día.

Ilustración 34 irradiación promedio anual



Entidad	Valores Promedio (KWh/m2 por dia)												Promedio Anual (KWh/m2 por dia)	Años de Información	Fecha Inicio	Fecha Final
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic				
IDEAM (conv.)	4.6819	4.3127	4.3222	3.7167	3.506	3.6589	3.9173	4.1682	3.9478	3.961	4.0177	4.2414	4.0377	23	mar-81	dic-04

Tomado de: (energie, 2004)

Se determinó que el promedio anual de irradiación solar es de 4.0377 KWh/m2 por día, dato necesario para hallar la cantidad total de paneles. Por último, se estableció que la potencia pico en Wp, necesaria para cada panel deberá ser de 400 Wp, esto permite reducir de manera significativa la cantidad requerida.

Teniendo la totalidad de variables necesarias para el cálculo, y de acuerdo con la ecuación 2 del método de potencia para el cálculo de sistemas solares fotovoltaicos se determina que:

Ecuación 2 Método de potencia para el cálculo de paneles solares

$$No\ de\ paneles = \frac{Consumo\ diario\ en\ (\frac{kWh}{día})}{Potencia\ pico\ del\ panel\ (Wp) * Irradiación\ solar\ promedio\ (\frac{\mathrm{kWh}}{\mathrm{m2}}\ \mathrm{por\ día})}$$

Tomado de: (Autosolar, 2018)

Sustituyendo las variables se obtiene la cantidad de paneles para suplir la demanda energética al 100% como se visualiza en la ecuación 3:

Ecuación 3 Número de paneles ideales

$$No\ de\ paneles\ ideal = \frac{6949 * 1000/30}{400 * 4.0377} = 143\ Paneles\ solares$$

Se determina que para suplir la demanda energética promedio de las áreas comunes del Conjunto se requerirá de un total de 143 paneles, esto en un escenario ideal. Sin embargo, el proyecto cuenta en el momento con un área disponible de 150m^2 aproximadamente que equivale al techo de una torre, y el área aproximada del panel es de 2m^2 por lo que se requeriría de un área de 286m^2, dado que el área total supera el área disponible, se determinó un total de 48 paneles solares de 400Wp para el Conjunto como se demuestra en la ecuación 4, con un área de 96m^2 permitiendo un área de 54m^2 para circulación y poder desarrollar futuros mantenimientos.

Ecuación 4 No de paneles reales

$$No\ de\ paneles\ reales = \frac{2316 * 1000/30}{400 * 4.0377} = 48\ Paneles\ solares$$

Inicialmente se atenderá la demanda en un 33%. Sin embargo, lo ideal es que a futuro se pueda replicar el proyecto para suplir el 67% restante de la demanda, y para generar excedentes de energía que pueden ser vendidos al operador de red.

4.2.2 CÁLCULO DEL INVERSOR

Para el cálculo del inversor se implementará la ecuación 5, en donde relaciona la potencia que generará el sistema solar y la potencia del inversor que se determina

que será un Symo advanced 10.0-3/208 que tiene una potencia de 10kW con un sistema de conexión trifásico a 208V.

Ecuación 5 Método para el cálculo de inversores

$$No\ de\ inversores = \frac{Potencia\ del\ sistema\ solar}{Potencia\ del\ inversor}$$

Tomado de: (VILLARREAL PEÑALOZA & MARTÍNEZ GARCÍA, 2020)

La potencia del sistema será los 48 paneles multiplicados por los 400Wp con una potencia total de 19.2kWp, y la potencia del inversor será de 10kW.

Sustituyendo los valores, se halla la cantidad de inversores requeridos como se muestra en la ecuación 6.

Ecuación 6 N° de inversores necesarios

$$No\ de\ inversores = \frac{19200}{10000} = 1.92$$

De acuerdo con el cálculo anterior, para los 48 paneles requeridos se necesitan dos inversores electrónicos, que permitirán convertir el total de la corriente directa generada por los paneles en corriente alterna que es la que utilizan todos los equipos, dispositivos y electrodomésticos usados en la cotidianidad de domicilios Residenciales.

4.2.3 SELECCIÓN EQUIPO DE MEDIDA

Para realizar la selección del medidor de energía bidireccional para el proyecto, se deben considerar los siguientes parámetros:

- Configuración del sistema: Trifásico.
- Tensión del sistema: 208 V.

- Corriente del sistema: 45 A.
- Clase de medición: Tipo 0.5s.

De acuerdo con los parámetros especificados del diseño del sistema y de la resolución CREG 030 del 2018, se realizará la implementación de un medidor bidireccional de uso comercial de conexión directa con las siguientes características:

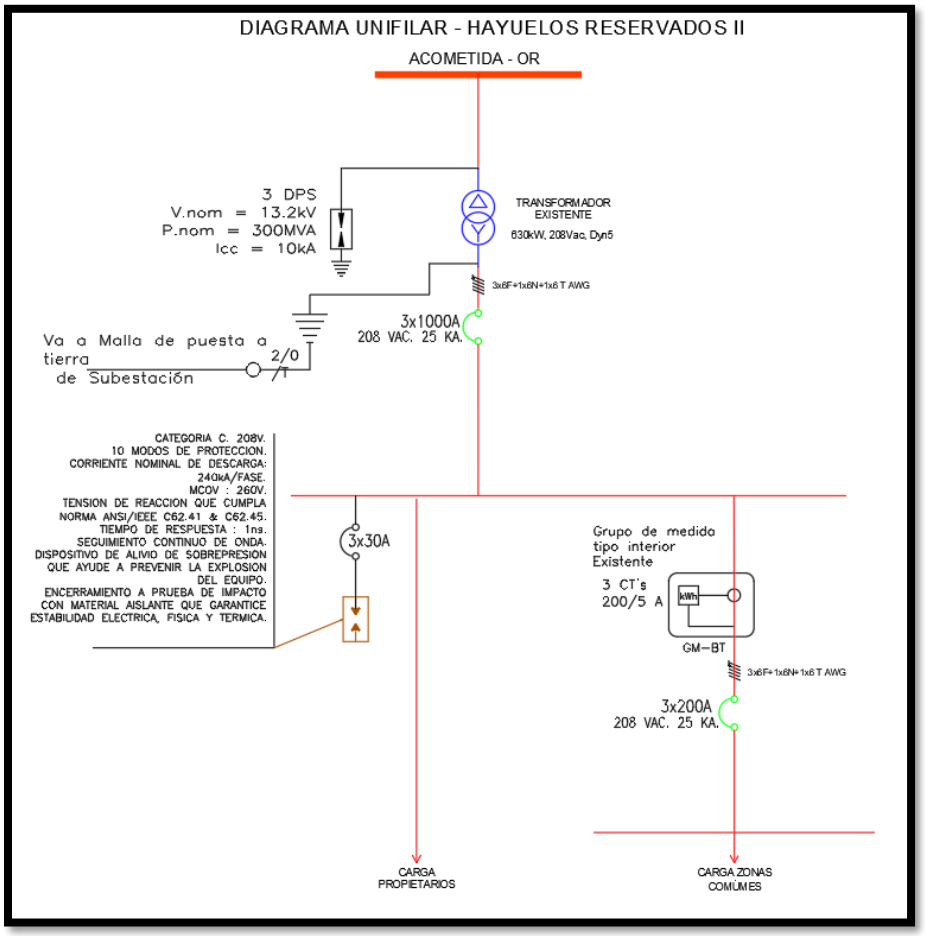
- Medidor trifásico, 4 hilos.
- Tensión de alimentación: 120V - 480V.
- Corriente: 1 (10) A.
- Clase: Tipo 0.5s.
- Posee perfil horario.

El medidor bidireccional es requerido para poder registrar el consumo de energía del operador de red y el consumo de energía generado por el sistema fotovoltaico, de tal manera que si se distribuye energía del sistema implementado al operador de red quede registrado para hacer el cruce de consumos energéticos.

4.3 REDISEÑO.

El rediseño del proyecto se presenta ya que se deberá de integrar el sistema solar fotovoltaico al sistema eléctrico del Conjunto, para lo anterior, se bosqueja mediante un diagrama unifilar el sistema eléctrico existente como lo muestra la ilustración 35.

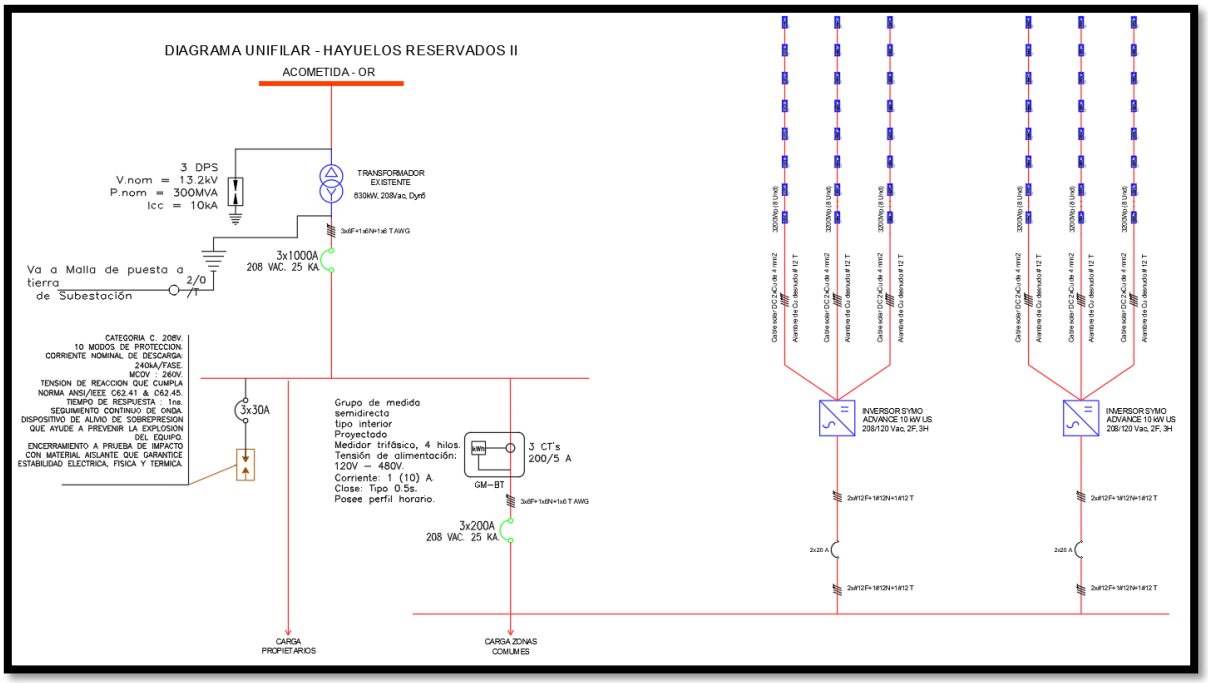
Ilustración 35 Diagrama unifilar existente



Fuente: Autores

Del sistema eléctrico actual, se deberé cambiar el equipo de medida existente, por uno bidireccional, el cual permitirá relacionar la energía consumida del operador de red, con la generada por el sistema solar fotovoltaico, en la ilustración 36 se evidencia el cambio y la integración del sistema solar a la red existente.

Ilustración 36 Diagrama unifilar – integración sistema solar a sistema tradicional



Fuente: Autores

En el anterior diagrama se puede observar la inclusión del medidor bidireccional, los inversores y los paneles fotovoltaicos al sistema ya existente. Estructuralmente el sistema fotovoltaico a implementar funcionaría de esa manera.

4.4 DIAGRAMAS DE PROCESO

La ilustración 37, muestra las principales simbologías y su respectiva función dentro del diagrama de flujo que se elaboró para representar el proceso.

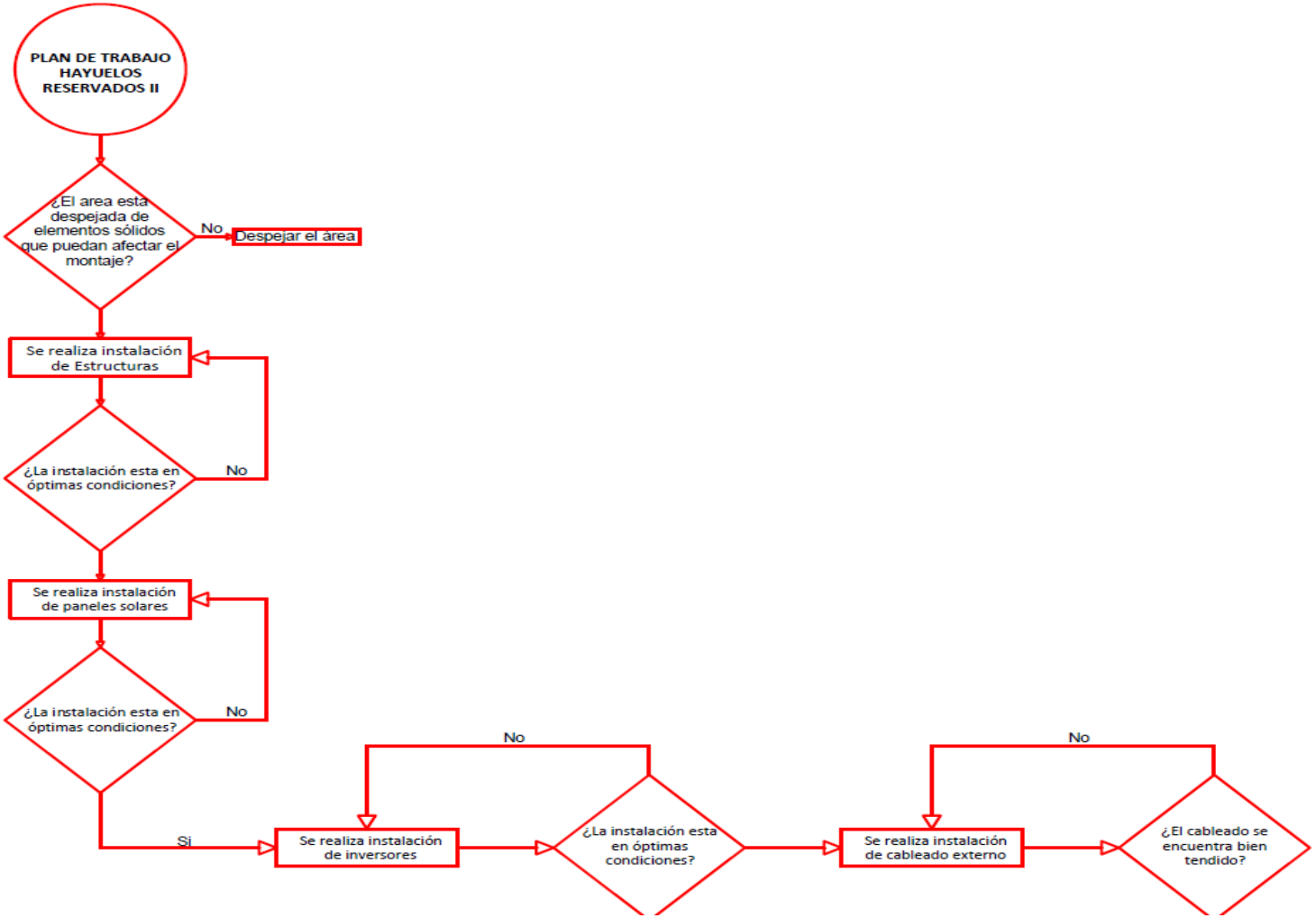
Ilustración 37 Simbología

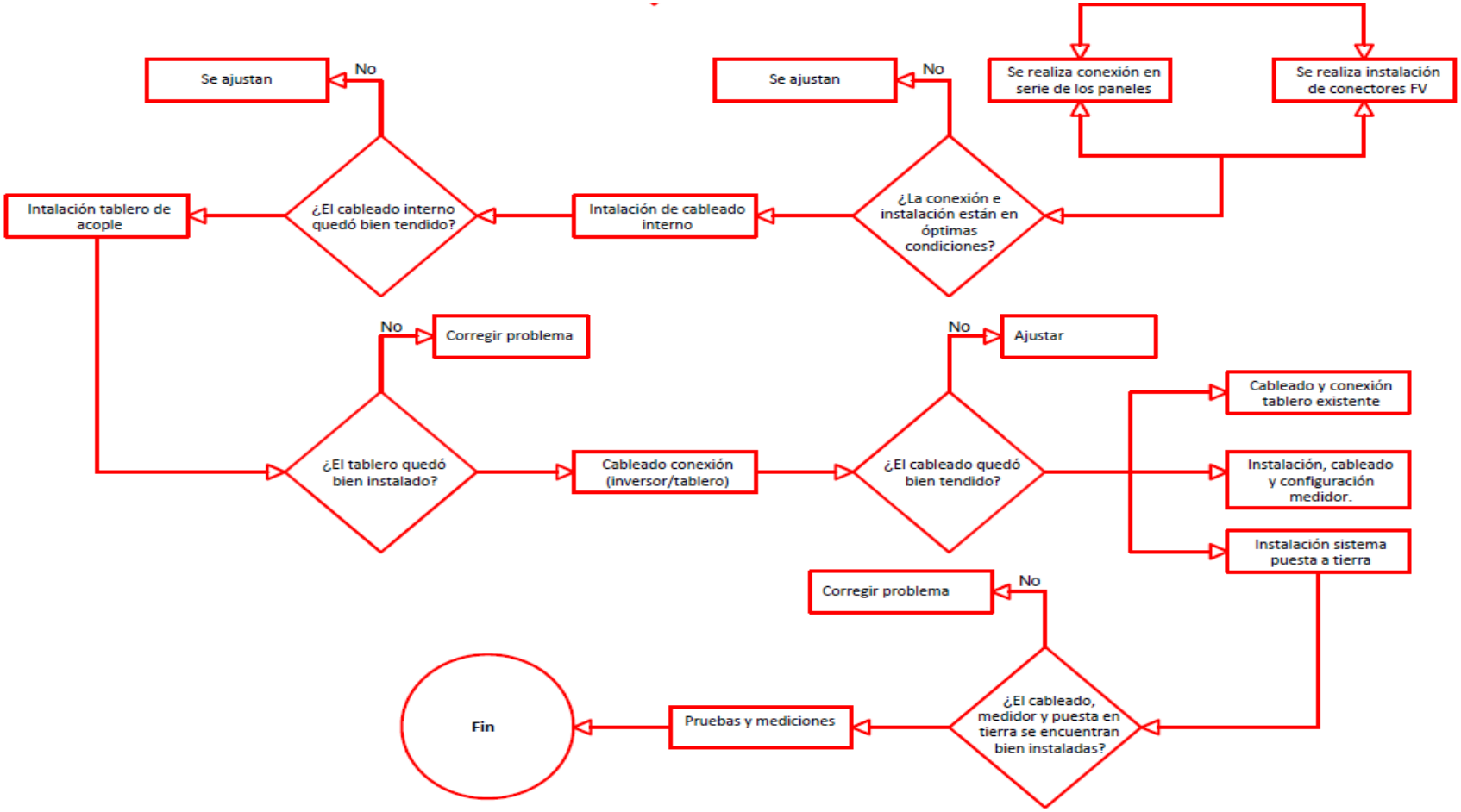
Símbolo	Nombre	Función
	Inicio / Final	Representa el inicio y el final de un proceso
	Linea de Flujo	Indica el orden de la ejecución de las operaciones. La flecha indica la siguiente instrucción.
	Entrada / Salida	Representa la lectura de datos en la entrada y la impresión de datos en la salida
	Proceso	Representa cualquier tipo de operación
	Decisión	Nos permite analizar una situación, con base en los valores verdadero y falso

Tomado de: (smartdraw, s.f.)

Teniendo en cuenta lo anterior se procedió a elaborar el diagrama de flujo (Ilustración 38) que representa el proceso para la implementación del sistema fotovoltaico en el área disponible.

Ilustración 38 Diagrama de flujo implementación sistema fotovoltaico





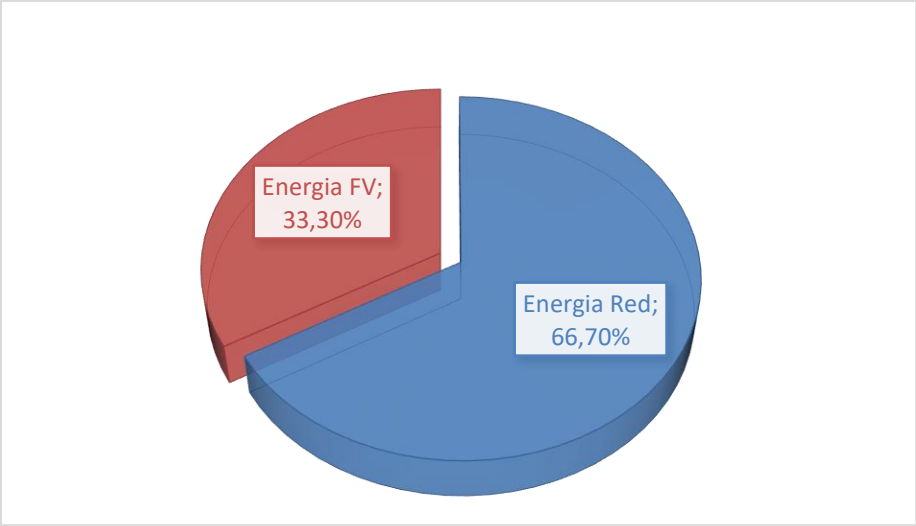
Fuente: Autores

El diagrama muestra el Conjunto de actividades requeridas para cumplir con el plan de trabajo.

4.5 TAMAÑO SISTEMA

La energía eléctrica promedio consumida en las zonas comunes del Conjunto es de 6949 kWh y la potencia del sistema solar fotovoltaico será de 2316 kWh, se determina que el sistema fotovoltaico suplirá el 33% de la energía al mes que en términos económicos representa un ahorro promedio de $ 1’322.496 mensuales como lo representa la ilustración 39.

Ilustración 39 Porcentaje de participación de energía eléctrica tradicional vs energía solar



Fuente: Propia

4.6 RECURSOS

Establecer los recursos es una parte fundamental del proyecto. Por tal motivo, a continuación, se describirán los recursos mínimos demandados para llevar a cabalidad la implementación del proyecto:

Recurso humano: La ejecución del proyecto demanda un personal con formaciones específicas, estas personas deberán ser profesionales eléctricos, electrónicos y/o a fines con experiencia en el campo de la generación de energía con fuentes no convencionales, y experiencia en trámites legales con la UPME y el operador de red; Técnicos electrónicos o eléctricos expertos en montajes de sistemas fotovoltaicos;

Equipos: Los equipos deberán contar con certificados de conformidad de producto RETIE, y la herramienta necesaria con la cual se debe contar para la instalación es multímetro, destornilladores, taladros, cortafríos, ponchadora, pulidora, remachadora, soldadura exotérmica, martillo, nivel de agua, inclinómetro, brújula, limas, alicates, densímetro, cinta métrica

Software/hardware: Se deberá contar con un programa de diseño solar tal como PVSyst y un software de diseño como Autocad para el desarrollo de los planos que se deberán aprobar ante el operador de red Codensa, estos programas serán proporcionados por aquellos que vayan a ejecutar la propuesta del proyecto.

Dinero: El Conjunto deberá tener el recurso monetario necesario para la ejecución del proyecto, de esta manera no se generarán retrasos dentro del cronograma. Este rubro de costos se podrá revisar con detalle en el estudio financiero.

4.7 MATERIALES

Todos los materiales deberán tener certificados de conformidad de producto RETIE, los cuales solicitará el inspector RETIE en la aceptación del proyecto a futuro.

- paneles solares = 48 und
- Estructura metálica tipo rooftop sobre cubierta inclinada (rieles) = 12 und
- Inversor electrónico = 02 und
- Medidor bidireccional = 01 und
- Tablero de acople = 01 und

- Protecciones eléctricas = 02 und
- Cable solar DC 2xCu de 4 mm2 = 200 m
- Alambre de Cu desnudo # 12 T = 200 m
- Accesorios para fijación y conexión
- Cinta aislante

4.8 MACRO LOCALIZACIÓN

El estudio de viabilidad para el dimensionamiento de un sistema solar On – Grid se realizará en el Conjunto Residencial Hayuelos Reservados II Ubicado en la ciudad de Bogotá D.C.

Bogotá, D.C. es el distrito capital de la República de Colombia y se constituye en el principal centro geográfico, político, industrial, económico y cultural del país. A una altura de 2.630 metros sobre el nivel del mar, y con un área de 1587 Kms², es sede del Gobierno y la más extensa de las ciudades de Colombia. La ciudad de Bogotá se encuentra situada en la Sabana de Bogotá, enmarcada por los cerros Monserrate y Guadalupe y por el río Bogotá al occidente. La Posición Geográfica Bogotá es la siguiente:

- Coordenadas Geográficas: Latitud Norte 4°35’56’’57 Longitud Oeste de Greenwich 74°04’51’’30.
- Coordenadas planas: 1.000.000 metros norte 1.000.000 metros este.
- El Distrito Capital cubre un área de 1.587 Kms² y el Departamento al cual pertenece, Cundinamarca, cubre 22.246 Kms²; además, Bogotá se halla ubicada a una altura sobre el nivel del mar de 2.630 metros, mientras que el cerro de Monserrate está a 3.190 metros y el de Guadalupe a 3.316 metros.
- Otros datos son:
  Temperatura media anual: 14.0° C
  Temperatura máxima media anual: 19.9° C

Temperatura mínima media anual: 8.2° C
Temperatura mínima absoluta: 5.2° C
Precipitación media anual: 1.013 mm
Presión atmosférica: 752 milibares
Humedad relativa media anual: 72%
Tomad de: (UD, 2015)

4.9 MICRO LOCALIZACIÓN

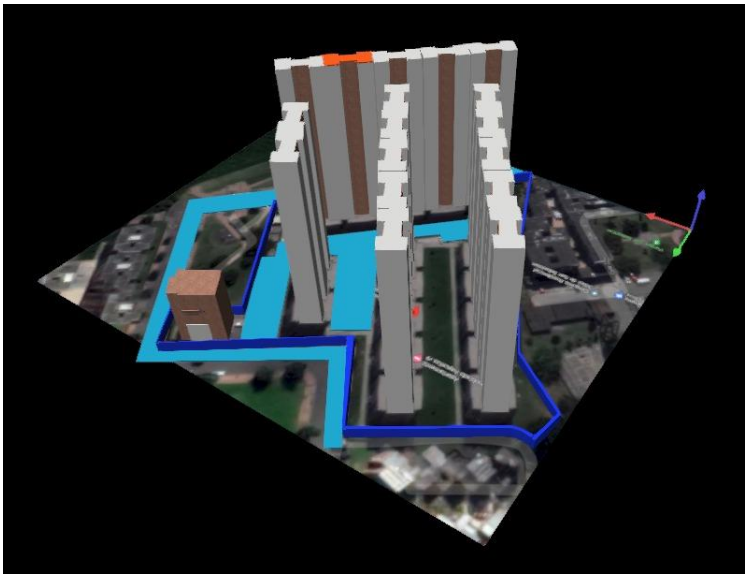
El Conjunto Residencial Hayuelos Reservados II está ubicado en el barrio Ferrocaja, Localidad de Fontibón, entre las calles 22 K y 23 A y entre las carreras 96 C y 96 G.

Las Coordenadas de la ubicación del edificio son:

- Latitud: 4.674531 N
- Longitud: -74.1353599 W
- Altitud: 2615 msnm

La ilustración 40 ubica exactamente el lugar en donde se llevará a cabo el proyecto.

Ilustración 40 Micro localización del proyecto



Fuente: Autores

Convenciones:

- Área del proyecto.
- Vías de acceso.
- Área del Conjunto.
- Torres.

El Conjunto tiene varias vías de acceso que permiten el ingreso de materiales e insumos sin ningún tipo de problema, la ubicación del área del proyecto en el Conjunto permite el ascenso exterior de materiales para la comodidad de la ejecución del proyecto y de los habitantes residentes de la torre en caso de ser necesario.

4.10 RESULTADO

Para determinar la configuración y disposición óptima del proyecto, se usó la página web

https://fronius.solarconfigurator.de/solar.configurator/Quick#https://fronius.solarconfigurator.de/solar.configurator/Quick# (copiar y pegar en navegador) el cual relacionará los módulos fotovoltaicos de marca JinkoSolar Holding Co. Ltd. y los inversores serán de la serie Symo advance, se parametriza dentro del cálculo el consumo de energía anual y el perfil estándar como lo muestra la ilustración 41.

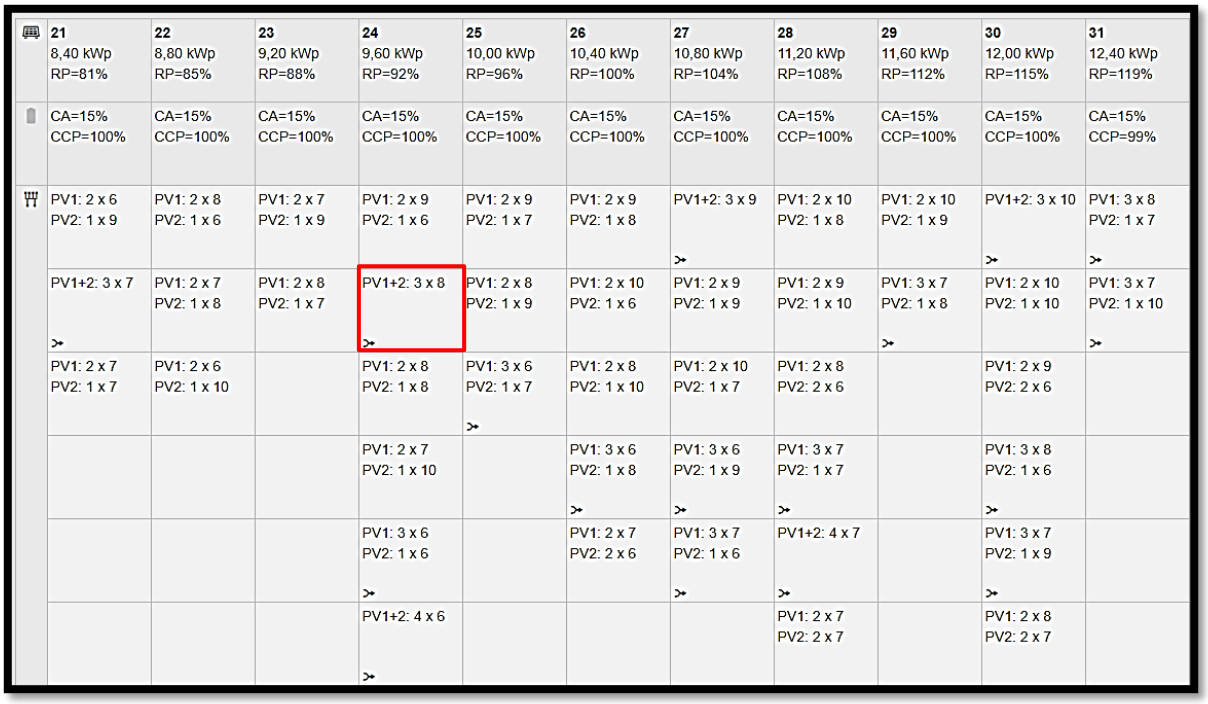
Ilustración 41 Parámetros para determinar la disposición de los equipos fotovoltaicos



Fuente: Fronius.solarconfigurator

Con los parámetros definidos con anterioridad se analizan las diferentes configuraciones dadas por el programa, los resultados del diseño se clasificaron de izquierda a derecha en orden ascendente según la relación de potencia (número de módulos). La clasificación de arriba a abajo muestra una ponderación de las posibles interconexiones y se escogerá según criterio de la máxima eficiencia del diseño. Las diferentes configuraciones se pueden observar en la ilustración 42.

Ilustración 42 Disposición de los equipos fotovoltaicos



21 8,40 kWp RP=81%	22 8,80 kWp RP=85%	23 9,20 kWp RP=88%	24 9,60 kWp RP=92%	25 10,00 kWp RP=96%	26 10,40 kWp RP=100%	27 10,80 kWp RP=104%	28 11,20 kWp RP=108%	29 11,60 kWp RP=112%	30 12,00 kWp RP=115%	31 12,40 kWp RP=119%
CA=15% CCP=100%	CA=15% CCP=100%	CA=15% CCP=100%	CA=15% CCP=100%	CA=15% CCP=100%	CA=15% CCP=100%	CA=15% CCP=100%	CA=15% CCP=100%	CA=15% CCP=100%	CA=15% CCP=100%	CA=15% CCP=99%
PV1: 2 x 6 PV2: 1 x 9	PV1: 2 x 8 PV2: 1 x 6	PV1: 2 x 7 PV2: 1 x 9	PV1: 2 x 9 PV2: 1 x 6	PV1: 2 x 9 PV2: 1 x 7	PV1: 2 x 9 PV2: 1 x 8	PV1+2: 3 x 9	PV1: 2 x 10 PV2: 1 x 8	PV1: 2 x 10 PV2: 1 x 9	PV1+2: 3 x 10	PV1: 3 x 8 PV2: 1 x 7
PV1+2: 3 x 7	PV1: 2 x 7 PV2: 1 x 8	PV1: 2 x 8 PV2: 1 x 7	PV1+2: 3 x 8	PV1: 2 x 8 PV2: 1 x 9	PV1: 2 x 10 PV2: 1 x 6	PV1: 2 x 9 PV2: 1 x 9	PV1: 2 x 9 PV2: 1 x 10	PV1: 3 x 7 PV2: 1 x 8	PV1: 2 x 10 PV2: 1 x 10	PV1: 3 x 7 PV2: 1 x 10
PV1: 2 x 7 PV2: 1 x 7	PV1: 2 x 6 PV2: 1 x 10		PV1: 2 x 8 PV2: 1 x 8	PV1: 3 x 6 PV2: 1 x 7	PV1: 2 x 8 PV2: 1 x 10	PV1: 2 x 10 PV2: 1 x 7	PV1: 2 x 8 PV2: 2 x 6		PV1: 2 x 9 PV2: 2 x 6	
			PV1: 2 x 7 PV2: 1 x 10		PV1: 3 x 6 PV2: 1 x 8	PV1: 3 x 6 PV2: 1 x 9	PV1: 3 x 7 PV2: 1 x 7		PV1: 3 x 8 PV2: 1 x 6	
			PV1: 3 x 6 PV2: 1 x 6		PV1: 2 x 7 PV2: 2 x 6	PV1: 3 x 7 PV2: 1 x 6	PV1+2: 4 x 7		PV1: 3 x 7 PV2: 1 x 9	
			PV1+2: 4 x 6				PV1: 2 x 7 PV2: 2 x 7		PV1: 2 x 8 PV2: 2 x 7	

Fuente: Fronius.solarconfigurator

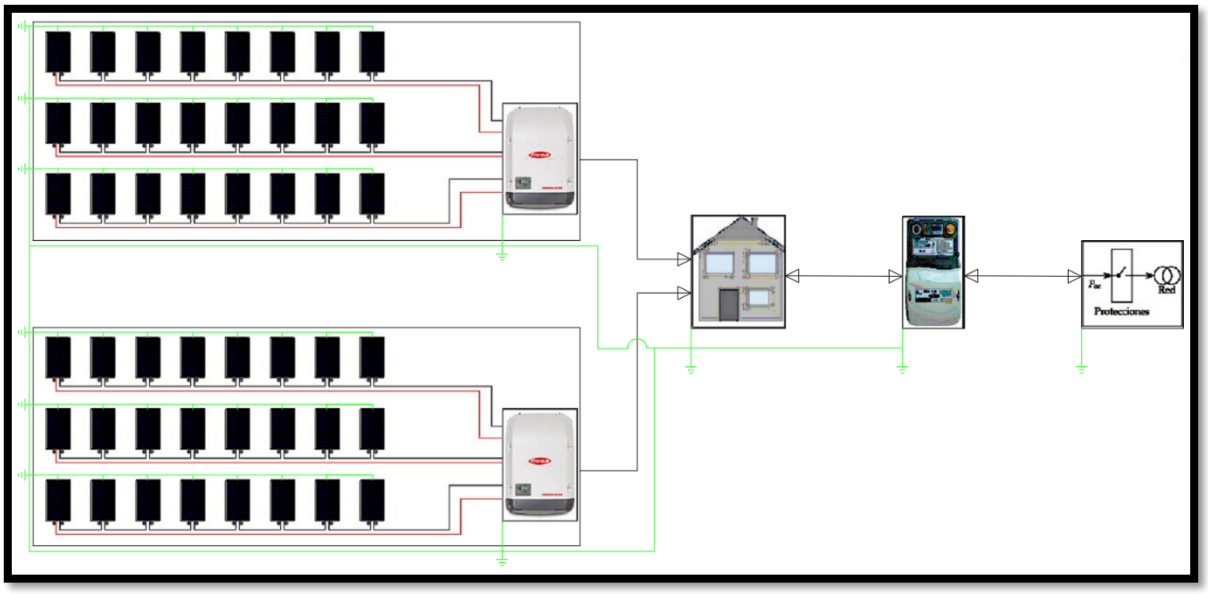
Concluyendo que la disposición será de 3 circuitos para cada inversor y cada circuito tendrán 8 paneles conectados en serie, los detalles técnicos adicionales se presentarán en la tabla 17 y su disposición final se representa mediante un diagrama topológico como se evidencia en la ilustración 43.

Tabla 17 Parámetros técnicos

Parámetros técnicos adicionales	
Cableado (serie x módulo)	3x8
Corriente de cortocircuito 25 °C	31,08 A
Umpp para 70 °C	283,40 V
Tensión circuito abierto para -10 °C	437,44 V
Tensión de MPP para 25°C	333,60 V
Pmpp para 25 °C	9,60 kWp
Fusibles de string requeridos	sí

Fuente: Fronius.solar configurator

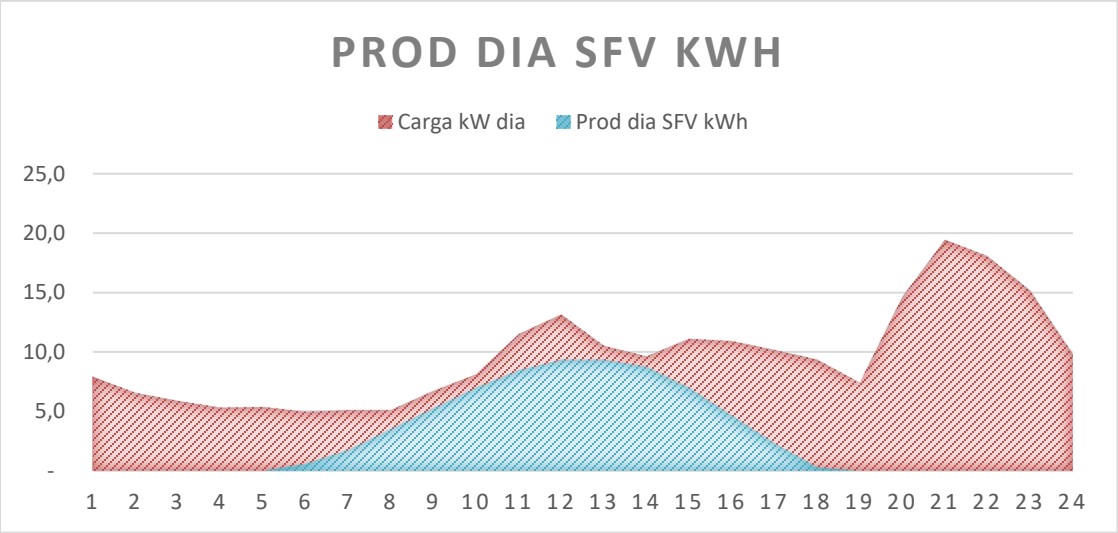
Ilustración 43 Diagrama topológico



Fuente: Propia

Se recomienda que los paneles estén instalados con un ángulo de 15° dirigidos a la línea del ecuador para minimizar la cantidad de polvo y mugre que se pueda almacenar a través del tiempo. Por último, en la ilustración 44 se muestra el consumo diario de la energía en las zonas comunes del Conjunto vs lo que genera el panel solar en su ciclo de operación y se concluye que el aporte del sistema solar fotovoltaico es el 33.3% de lo que consume el edificio durante el día.

Ilustración 44 Consumo diario en kWh vs aporte energético del sistema solar fotovoltaico.



Fuente: Propia

4.11 ANÁLISIS DE IMPACTO AMBIENTAL

El impacto ambiental generado por el proyecto se analiza a través de una matriz de aspectos e impactos ambientales, fue trabajada bajo la guía metodológica de la secretaria de medio ambiente (SDA) de la ciudad de Bogotá. Teniendo en cuenta lo anterior, se procedió a identificar los aspectos e impactos generados por cada una de las actividades asociadas al desarrollo del proyecto, se dio una valoración al impacto ambiental con base en el estándar de en la Ilustración 45.

Ilustración 45 Valoración del impacto ambiental

CRITERIOS DE VALORACIÓN	SIGNIFICADO	ESCALA DE VALOR		
ALCANCE (A)	Se refiere al área de influencia del impacto en relación con el entorno donde se genera.	**1(puntual):** El Impacto queda confinado dentro del área donde se genera.	**5(local):** Trasciende los límites del área de influencia.	**10(regional):** Tiene consecuencias a nivel regional o trasciende los límites del Distrito.
PROBABILIDAD (P)	Se refiere a la posibilidad que se dé el impacto y está relacionada con la "REGULARIDAD" (Normal, anormal o de emergencia).	**1(baja):** Existe una posibilidad muy remota de que suceda	**5(media):** Existe una posibilidad media de que suceda.	**10(alta):** Es muy posible que suceda en cualquier momento.
DURACIÓN (D)	Se refiere al tiempo que permanecerá el efecto positivo o negativo del impacto en el ambiente.	**1(breve):** Alteración del recurso durante un lapso de	**5(temporal):** Alteración del recurso durante un lapso de	**10(permanente):** Alteración del recurso permanente en el
	Existen aspectos ambientales que por sus características se valoran directamente con la normatividad vigente como son: Generación de ruido por fuentes de combustión externa, por fuentes de combustión interna y uso de publicidad exterior visual.	tiempo muy pequeño.	tiempo moderado.	tiempo.
RECUPERABILIDAD (R)	Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial del recurso afectado por el impacto. Existen aspectos ambientales que por sus características se valoran directamente con la normatividad vigente como: vertimientos domésticos y no domésticos. Para la generación de residuos aprovechables la calificación será de 10 tanto para el impacto positivo como negativo.	**1(reversible):** Puede eliminarse el efecto por medio de actividades humanas tendientes a restablecer las condiciones **originales** del recurso.	**5(recuperable):** Se puede disminuir el efecto a través de medidas de control hasta un estándar determinado.	**10(irrecuperable /irreversible):** El/los recursos afectados no retornan a las condiciones originales a través de ningún medio. 10 (Cuando el impacto es positivo se considera una importancia alta)

CANTIDAD (C).	Se refiere a la magnitud del impacto, es decir, la severidad con la que ocurrirá la afectación y/o riesgo sobre el recurso, esta deberá estar relacionada con la "REGULARIDAD" seleccionada. Existen aspectos ambientales que por sus características se valoran directamente con la normatividad vigente como: la generación de residuos peligrosos, escombros, hospitalarios y aceites usados.	**1(baja):** Alteración mínima del recurso. Existe bajo potencial de riesgo sobre el recurso o el ambiente.	**5(moderada):** Alteración moderada del recurso. Tiene un potencial de riesgo medio sobre el recurso o el ambiente.	**10(alta):** Alteración significativa del recurso. Tiene efectos importantes sobre el recurso o el ambiente.
NORMATIVIDAD (N)	Hace referencia a la normatividad ambiental aplicable al aspecto y/o el impacto ambiental.	**1:** No tiene normatividad relacionada.	**10:** Tiene normatividad relacionada.	

Fuente: (SDA, 2013)

Posterior a obtener la valoración se hace factor con todos los criterios de valoración y el resultado se clasifica en un rango de importancia como muestra la Ilustración 46.

Ilustración 46 Rango de importancia

ALTA: > 125.000 a 1.000.000
Se deben establecer mecanismos de mejora, control y seguimiento.
MODERADA: > 25000 a 125000
Se debe revisar el control operacional
BAJA: 1 a 25.000

Fuente: (SDA, 2013)

De acuerdo con la valoración del impacto se hace una clasificación que permite identificar los impactos ambientales en significativo y no significativo como se puede observar en la ilustración 47

Ilustración 47 Significancia del impacto ambiental

- **Significativo**: Cuando la importancia resulta moderada, alta o no cumple con la normatividad
- **No significativo**: Cuando la importancia es baja.

Fuente: (SDA, 2013)

Teniendo en cuenta los resultados generados a partir de la aplicación de la metodología en la matriz de aspectos e impactos ambientales (Anexo 9.2), se concluyó que las diferentes actividades realizadas en el espacio administrativo generan impactos negativos al ambiente con un grado no significativo según los resultados obtenidos. Sin embargo, se plantean como medidas de control y mitigación la formulación de unos programas de energía, agua y gestión de residuos.

Por otro lado, se encuentra el espacio operativo en el cual se evalúa el impacto relacionado a la implementación del sistema solar fotovoltaico y se determinó que se generan dos impactos positivos sobre los recursos aire y agua, con un grado de significancia moderado.

Adicionalmente se identificó mediante la cantidad total de KWh producidos al año con los 48 paneles previstos para las áreas comunes del Conjunto Residencial Hayuelos Reservados II, y el factor de emisión de CO2 por generación eléctrica (164,38 g/kWh) (XM, 2020) una reducción de 457 toneladas de CO2 en 1 año. Teniendo en cuenta lo anterior y considerando la relación de que 6 árboles son equivalentes a la reducción de una tonelada de CO2 (selectra, 2021), se puede definir que la implementación del sistema posee la funcionalidad de 2741 árboles adultos plantados en cuanto a la reducción de CO2 como se muestra en la tabla 18.

Tabla 18 Reducción de CO2

Cantidad panel solar	Total kWh X mes	Total kWh X año	Factor de Emisión de Co2 por generación eléctrica [gramos/kWh]	Reducción de emisión de Co2 [gramos/año]	Reducción de emisión de Co2 [Tm/año]	Arboles adultos que retienen
48	2316	27792	164,38	4568449	456,844896	2741,069376
					TOTAL	**2741**

Fuente: Autores

5. ESTUDIO ADMINISTRATIVO

5.1 MISIÓN

La misión es servir y contribuir al desarrollo sostenible por medio de la prestación de nuestro servicio en ingeniería eléctrica, para el dimensionamiento de un sistema solar on-grid en las zonas comunes del Conjunto Residencial Hayuelos Reservados II. Dirigida por personal altamente calificado y con la experiencia necesaria que pueda garantizar la satisfacción de nuestro cliente.

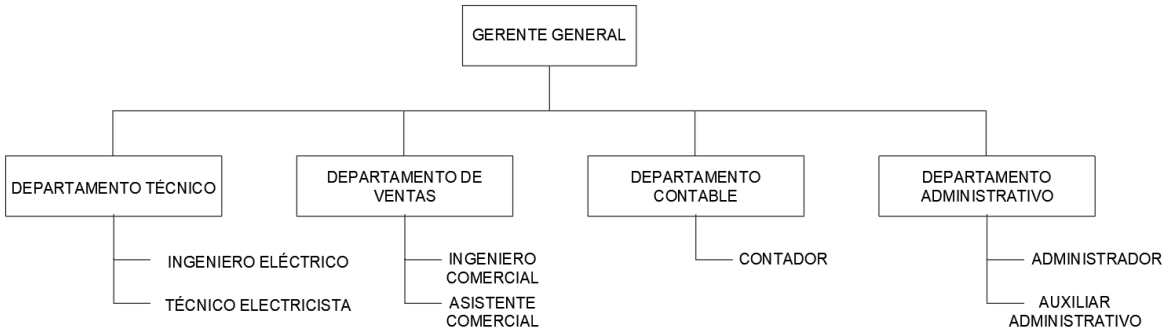
5.2 VISIÓN

La Visión es que en el año 2050 el Conjunto Residencial pueda suplir el 100% de la energía demandada en las zonas comunes mediante el desarrollo técnico y la eficiencia del recurso solar, contribuyendo al desarrollo sostenible.

5.3 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

La estructura organizacional presentada en la ilustración 48 será la mínima requerida para la ejecución del proyecto.

Ilustración 48 Estructura organizacional



Fuente: Elaboración propia

El propósito de la estructura organizacional descrita en la ilustración 48 es establecer los roles que han de desarrollar cada departamento con el fin de que el trabajo sea de forma óptima y que se alcancen las metas fijadas en la ejecución del proyecto.

5.4 COMPETENCIAS

Con base en la estructura organizacional definida con anterioridad, se proponen los perfiles profesionales necesarios para la ejecución del proyecto, dentro de los cuales se resaltan las funciones del cargo y las competencias necesarias como se observa en la tabla 19 a la tabla 24.

Tabla 19 Perfil Gerente General

CARGO	GERENTE GENERAL
PERFIL	Ing. Eléctrico. Esp en Gestión de proyectos de ingeniería. Maestría en energías alternativa, con experiencia general de 22 años en el sector privado y público de la energía, con 12 años de experiencia especifica en gerencia de proyectos de energías renovables, mercadeo y como comercial.
FUNCIONES	- Planeación de las actividades que se desarrollen dentro de la empresa - Organizar los recursos de la entidad - Definir a donde se va a dirigir la empresa en un corto, medio y largo plazo, entre otras muchas tareas - Fijación de una serie de objetivos que marcan el rumbo y el trabajo de la organización - Crear una estructura organizacional en función de la competencia, del mercado, de los agentes externo para ser más competitivos y ganar más cuota de mercado - Estudiar los diferentes asuntos financieros administrativos, de marketing, etcétera. - Hacer de líder de los diversos equipos
COMPETENCIAS	Orientación a resultados, gestión, planificación, resolución de problemas, comunicación, adaptabilidad

Fuente: Propia

Tabla 20 Perfil Asistente

CARGO	ASISTENTE
PERFIL	Tecnólogo en Gestión Administrativa. Experiencia de dos años haciendo informes gerenciales, documentación de originada por labores administrativos, manejo de agenda, alto dominio de herramientas ofimáticas, excelente capacidad para redactar, relaciones interpersonales.
FUNCIONES	- Dirigir y asesorar al personal encargado de las funciones administrativas, de seguridad, manejo financiero, provisión de recursos y administración de personal. - Participar en la coordinación de políticas administrativas. - Participar en la selección y entrenamiento del personal. - Planear, administrar y controlar presupuestos, contratos, equipos y suministros. - Planear, organizar, dirigir y controlar operaciones de departamentos que proveen uno o varios servicios administrativos. - Preparar informes para comités administrativos evaluando los servicios. - Señalar políticas relacionadas con el manejo de inventarios. - Vigilar y controlar gastos y asegurar el uso adecuado de recursos. - manejo facturación, cobro cartera, atención a clientes, telefónica, manejo caja menor, afiliación de personal nuevo, cotizaciones.
COMPETENCIAS	Escucha activa y comunicación efectiva, Trabaja en equipo, Iniciativa, atención al cliente, Tolerancia al estrés, Sociabilidad, Tenacidad

Fuente: Propia

Tabla 21 Perfil Contador

CARGO	CONTADOR
PERFIL	Contador Público con Esp en Gestión tributaria experiencia como coordinadora (o) o cargos similares, EXCEL AVANZADO (INDISPENSABLE) , sólidos conocimientos en software Helisa, Niif, ejecución y parametrización, experiencia en manejo de impuestos, declaraciones, medios magnéticos, balances, información tributaria, devoluciones de renta, dominio de las NIIF, liquidación de impuestos nacionales y distritales, presentación de medios magnéticos, exógenas, nomina, cruces de bancos, egresos, recibos de caja, liquidación de empleados, presentación de balances y estados de resultados, entrega de informes a la junta directiva, cierre de años fiscales, legalización de empleados y todo lo correspondiente al cargo.
FUNCIONES	- Analizar las ganancias y los gastos. - Elaborar el balance de los libros financieros. - Redactar informes sobre el estado financiero - Manejar registros, sistemas y presupuestos financieros. - Hacer auditorías financieras para sus clientes. - Asesorar a los clientes en materia financiera, tales como mejoras para su negocio, reducción de costos, insolvencias, entre otros: - Brindar asesoría financiera y tributaria. - Reportar irregularidades. - Elaborar informes financieros y tributarios, analizando los anteriores, a los fines de comprobar que se esté velando por el cumplimiento de los estándares y la legislación aplicable - Examinar las cuentas y registros financieros. - Asesorar a los clientes en su declaración de impuestos. - Calcular el monto a cancelar por concepto de impuestos. - Supervisar y entrenar a Contadores recién graduados y a pasantes.
COMPETENCIAS	Capacidad de análisis de datos y reportes, Trabajo en equipo, Habilidad para tomar decisiones, Comunicación efectiva

Fuente: Propia

Tabla 22 Perfil Asistente Comercial

CARGO	ASISTENTE COMERCIAL
PERFIL	Tecnólogo eléctrico o tecnólogo administrativo con enfoque en el área comercial, con 1 año de experiencia relacionado en ventas. Debe ser una persona con fluidez verbal, buena presentación, manejo de Excel intermedio, diligente y proactiva.
FUNCIONES	- Realización de cotizaciones - Atención al cliente - Concretar visitas a las empresas clientes - Manejo de la agenda de la dirección comercial - Procesar pedidos - Actualizar bases de datos - Hacer seguimiento post-venta - Elaborar informes del área comercial - Telemercadeo
COMPETENCIAS	Escucha activa y comunicación efectiva, Trabaja en equipo, Iniciativa, atención al cliente, Tolerancia al estrés, Sociabilidad, Tenacidad

Fuente: Propia

Tabla 23 Ingeniero Eléctrico

CARGO	INGENIERO ELECTRICO
PERFIL	Ingeniero eléctrico con experiencia mínima de 3 años realizando cálculos, simulaciones, planos, memorias, estudios y entregables de ingeniería para proyectos de infraestructura eléctrica en media tensión. Conocimientos en RETIE , RETILAP,RETIQ,IEC,NEMA,ANSI, manejo de AutoCAD, conocimiento en paneles fotovoltaicos.
FUNCIONES	- Diseñar y gestionar redes eléctricas objeto de reglamentos técnicos - Garantizar que las ofertas cumplan con los requisitos establecidos por organismos de control tales como la dirección de impuestos y aduanas nacionales. - Realizar en el diseño asignado esquemas básicos, anteproyectos (cálculos de memoria, cantidades de obra, especificaciones técnicas, elaboración de planos), factibilidades y presentarlos para aprobación. - Participar en los comités técnicos en desarrollo de proyectos de diseño asignados. - Apoyar al gerente en trabajos complementarios de los diseños asignados por el mismo. - Asistir a visitas de obra programadas en el desarrollo de las obras asignadas con el objeto de presentar informes específicos de la misma.
COMPETENCIAS	Análisis de problemas, Análisis numérico, Creativo, Desarrollo de subordinados, tolerancia al estrés, trabajo en equipo, sociabilidad, atención al cliente.

Fuente: Propia

Tabla 24 Técnico Electricista

CARGO	TÉCNICO ELECTRICISTA
PERFIL	Técnico o tecnólogo en Electricidad industrial, experiencia mínima de 5 años en la ejecución de actividades de mantenimiento preventivo y correctivo de instalaciones eléctricas de potencia y control de equipos de sistemas fovoltaicos.
FUNCIONES	- Instalación de Redes eléctricas aéreas y subterráneas - Instalar paneles solares - Trabajo en postes - Subestaciones eléctricas - Instalaciones de baja y media tensión - Visitar clientes.
COMPETENCIAS	Trabajo en equipo, Asunción de riesgos, Atención al cliente, Capacidad crítica, Sociabilidad, tolerancia al estrés, comunicación verbal y no verbal persuasiva.

Fuente: Propia

5.5 INFORMACIÓN.

Para poder ejecutar cualquier adecuación dentro del Conjunto Residencial, se deberá radicar una carta al consejo administrativo del Conjunto en donde se describa todas las actividades a realizar, aquí también se incluye todos los accesos que se requieran para la puesta en marcha del proyecto, como acceso a la cubierta, a los cuartos técnicos y a la subestación.

5.6 IMPACTO LABORAL

Con la adhesión del acuerdo de parís, las energías renovables en Colombia han jugado un papel importante dentro del Sistema Interconectado Nacional (SIN), para el año 2019 el porcentaje de estas Fuentes No Convencionales de Energía Renovable no es representativo, sin embargo, tendrán una gran participación dentro del plan energético nacional 2020-2050 proyectado por la Unidad de Planeación Minero Energética la cual

proyecta que para el año 2030 el porcentaje de las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable será del 17% y para el año 2050 será del 46% de la energía generada por este nicho de mercado. Por otro lado, para el año 2050 el sector Residencial tendrá un consumo de energía del 12% de la energía total instalada, por lo que se puede concluir, que este tipo de energías están en un ciclo de vida temprana dentro del panorama energético colombiano, por lo que su impacto laboral a futuro será positivo. (UPME, Plan Energético Nacional 2020-2050, 2020)

6. ESTUDIO ECONÓMICO - FINANCIERO

6.1 SUPUESTOS

Para el desarrollo del proyecto es de suma importancia poder proyectar a nivel financiero escenarios que permitan discernir la mejor opción de inversión.

El supuesto principal para el desarrollo del análisis financiero del proyecto es que el Conjunto Residencial cuente con el 100% de la inversión para la ejecución del proyecto. A partir de esto, se generan modelos comparables con escenarios que tengan diferentes grados de apalancamiento con el fin de evaluar el escenario más favorable para la ejecución del mismo.

Los escenarios son montados bajo los siguientes supuestos:

- La vida útil del proyecto será de 25 años.
- La tasa representativa del mercado (TMR) será de $4000.
- La inflación será del 5%.
- La tasa de oportunidad del Conjunto será del 3%.
- La tasa de interés bancaria será de 1.23% MV.
- La tasa impositiva del proyecto será del 33%.
- El plazo de los apalancamientos evaluados será de 84 meses lo equivalente a 7 años y se pagará por cuotas fijas a la deuda.

6.2 COSTOS

Los costos de inversión que se prevén para el proyecto son descritos en la tabla 25.

Tabla 25 Costos de inversión

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio total
panel solar	UN	48	$ 512.000,00	$ 24.576.000,00
Estructura metálica tipo rooftop sobre cubierta inclinada (rieles)	UN	48	$ 104.000,00	$ 4.992.000,00
inversor electrónico	UN	2	$ 23.808.000,00	$ 47.616.000,00
medidor bidireccional	UN	1	$ 2.471.698,00	$ 2.471.698,00
Protecciones eléctricas	UN	2	$ 380.000,00	$ 760.000,00
Tablero de acople	UN	1	$ 1.500.000,00	$ 1.500.000,00
Cable solar DC 2xCu de 4 mm2	ML	200	$ 2.500,00	$ 500.000,00
Tubería IMC 1ϕ 3/4"	ML	200	$ 20.000,00	$ 4.000.000,00
Alambre de Cu desnudo # 12 T	ML	200	$ 1.650,00	$ 330.000,00
Accesorios para fijación y conexión	GL	1	$ 7.604.896,73	$ 7.604.896,73
Mano de obra	GL	1	$ 9.224.635,65	$ 9.224.635,65
Certificado RETIE	UN	1	$ 2.000.000,00	$ 2.000.000,00
TOTAL				**$ 105.575.230,38**

Fuente: Propia

De acuerdo con la tabla 25, el costo total de inversión del proyecto es de $ 105.575.230.38 pesos colombianos. Adicionalmente, se tendrá en cuenta el costo anual de mantenimiento del sistema que es de $ 5.000.000 Cop.

6.3 INGRESOS

Los ingresos estimados del proyecto se determinaron en relación con el ahorro energético que representa el funcionamiento del sistema solar fotovoltaico, descritos en la sección de oferta y demanda, el cual es del 33% de la demanda total de las zonas comunes del edificio y se describe en la tabla 26.

Tabla 26 Ingresos

Descripción	Energía producida por mes kWh	Costo de kWh	Ahorro mensual	Ahorro anual
Sistema fotovoltaico	2316	$ 541	$ 1.254.101	$ 15.049.210

Fuente: Propia

La tabla 26 describe que el ingreso mensual que ahorrará el Conjunto será de $1.254.101 pesos y el ingreso anual será de $15.049.210 dato que se deberá tener en cuenta dentro del flujo de caja.

6.4 FLUJO DE CAJA

El flujo de caja inicial será el supuesto en donde el Conjunto tiene el capital total de inversión requerido para la implementación del proyecto, el cual tiene un ciclo de vida de 25 años como se observa en el Ilustración 49

Ilustración 49 Flujo de caja sin financiamiento

FLUJO DE CAJA / AÑOS	0	1	2	3	4	5
INGRESOS DE OPERACIÓN		$ 15.049.209,59	$ 15.801.670,06	$ 16.591.753,57	$ 17.421.341,25	$ 18.292.408,31
INGRESOS FINANCIEROS						
COSTOS DE OPERACIÓN		$ 5.000.000,00	$ 5.250.000,00	$ 5.512.500,00	$ 5.788.125,00	$ 6.077.531,25
INTERESES SOBRE CRÉDITOS RECIBIDOS POR EL PROYECTO		$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
DEPRECIACIÓN		$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79
GANANCIAS NETAS GRAVABLES	$ -	$ 6.275.185,80	$ 6.777.646,28	$ 7.305.229,78	$ 7.859.192,46	$ 8.440.853,27
IMPUESTOS DIRECTOS (TASA IMPOSITIVA)	$ -	$ 2.070.811,31	$ 2.236.623,27	$ 2.410.725,83	$ 2.593.533,51	$ 2.785.481,58
VALORES DE SALVAMENTO GRAVABLES (POR VENTA DE ACTIVOS)						
IMPUESTO A LA UTILIDAD POR VENTA DE ACTIVOS						
INGRESOS NO GRAVABLES						
COSTOS DE OPERACIÓN NO DEDUCIBLES						
VALOR EN LIBROS DE ACTIVOS VENDIDOS (INGRESO NO GRAVABLE)						
GANANCIAS NETAS	$ -	$ 4.204.374,48	$ 4.541.023,00	$ 4.894.503,95	$ 5.265.658,95	$ 5.655.371,69
DEPRECIACIÓN	$ -	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79
VALOR DE SALVAMENTO (ACTIVOS NO VENDIDOS)						
INVERSIONES FINANCIERAS						
COSTOS DE INVERSIÓN	$ 105.575.230,38					
INGRESOS POR EMISIONES DE BONOS O ACCIONES DEL PROYECTO						
DIVIDENDOS PAGADOS						
CRÉDITOS RECIBIDOS	$ -					
AMORTIZACIONES DE CRÉDITOS Y PRÉSTAMOS		$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
FLUJO DE FONDOS NETO	**-$ 105.575.230,38**	**$ 7.978.398,27**	**$ 8.315.046,79**	**$ 8.668.527,74**	**$ 9.039.682,74**	**$ 9.429.395,48**

FLUJO DE CAJA / AÑOS	6	7	8	9	10
INGRESOS DE OPERACIÓN	$ 19.207.028,72	$ 20.167.380,16	$ 21.175.749,17	$ 22.234.536,63	$ 23.346.263,46
INGRESOS FINANCIEROS					
COSTOS DE OPERACIÓN	$ 6.381.407,81	$ 6.700.478,20	$ 7.035.502,11	$ 7.387.277,22	$ 7.756.641,08
INTERESES SOBRE CRÉDITOS RECIBIDOS POR EL PROYECTO	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
DEPRECIACIÓN	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79
GANANCIAS NETAS GRAVABLES	$ 9.051.597,12	$ 9.692.878,17	$ 10.366.223,27	$ 11.073.235,62	$ 11.815.598,59
IMPUESTOS DIRECTOS (TASA IMPOSITIVA)	$ 2.987.027,05	$ 3.198.649,80	$ 3.420.853,68	$ 3.654.167,75	$ 3.899.147,53
VALORES DE SALVAMENTO GRAVABLES (POR VENTA DE ACTIVOS)					
IMPUESTO A LA UTILIDAD POR VENTA DE ACTIVOS					
INGRESOS NO GRAVABLES					
COSTOS DE OPERACIÓN NO DEDUCIBLES					
VALOR EN LIBROS DE ACTIVOS VENDIDOS (INGRESO NO GRAVABLE)					
GANANCIAS NETAS	$ 6.064.570,07	$ 6.494.228,37	$ 6.945.369,59	$ 7.419.067,86	$ 7.916.451,05
DEPRECIACIÓN	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79
VALOR DE SALVAMENTO (ACTIVOS NO VENDIDOS)					
INVERSIONES FINANCIERAS					
COSTOS DE INVERSIÓN					
INGRESOS POR EMISIONES DE BONOS O ACCIONES DEL PROYECTO					
DIVIDENDOS PAGADOS					
CRÉDITOS RECIBIDOS					
AMORTIZACIONES DE CRÉDITOS Y PRÉSTAMOS	$ -	$ -			
FLUJO DE FONDOS NETO	**$ 9.838.593,86**	**$ 10.268.252,16**	**$ 10.719.393,38**	**$ 11.193.091,65**	**$ 11.690.474,84**

FLUJO DE CAJA / AÑOS	11	12	13	14	15
INGRESOS DE OPERACIÓN	$ 24.513.576,63	$ 25.739.255,46	$ 27.026.218,24	$ 28.377.529,15	$ 29.796.405,61
INGRESOS FINANCIEROS					
COSTOS DE OPERACIÓN	$ 8.144.473,13	$ 8.551.696,79	$ 8.979.281,63	$ 9.428.245,71	$ 9.899.658,00
INTERESES SOBRE CRÉDITOS RECIBIDOS POR EL PROYECTO	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
DEPRECIACIÓN	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79
GANANCIAS NETAS GRAVABLES	$ 12.595.079,71	$ 13.413.534,88	$ 14.272.912,82	$ 15.175.259,65	$ 16.122.723,82
IMPUESTOS DIRECTOS (TASA IMPOSITIVA)	$ 4.156.376,30	$ 4.426.466,51	$ 4.710.061,23	$ 5.007.835,68	$ 5.320.498,86
VALORES DE SALVAMENTO GRAVABLES (POR VENTA DE ACTIVOS)		$ -			
IMPUESTO A LA UTILIDAD POR VENTA DE ACTIVOS					
INGRESOS NO GRAVABLES					
COSTOS DE OPERACIÓN NO DEDUCIBLES					
VALOR EN LIBROS DE ACTIVOS VENDIDOS (INGRESO NO GRAVABLE)					
GANANCIAS NETAS	$ 8.438.703,40	$ 8.987.068,37	$ 9.562.851,59	$ 10.167.423,96	$ 10.802.224,96
DEPRECIACIÓN	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79
VALOR DE SALVAMENTO (ACTIVOS NO VENDIDOS)					
INVERSIONES FINANCIERAS					
COSTOS DE INVERSIÓN					
INGRESOS POR EMISIONES DE BONOS O ACCIONES DEL PROYECTO					
DIVIDENDOS PAGADOS					
CRÉDITOS RECIBIDOS					
AMORTIZACIONES DE CRÉDITOS Y PRÉSTAMOS					
FLUJO DE FONDOS NETO	**$ 12.212.727,19**	**$ 12.761.092,16**	**$ 13.336.875,38**	**$ 13.941.447,75**	**$ 14.576.248,75**

FLUJO DE CAJA / AÑOS	16	17	18	19	20
INGRESOS DE OPERACIÓN	$ 31.286.225,89	$ 32.850.537,18	$ 34.493.064,04	$ 36.217.717,24	$ 38.028.603,10
INGRESOS FINANCIEROS					
COSTOS DE OPERACIÓN	$ 10.394.640,90	$ 10.914.372,94	$ 11.460.091,59	$ 12.033.096,17	$ 12.634.750,98
INTERESES SOBRE CRÉDITOS RECIBIDOS POR EL PROYECTO	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
DEPRECIACIÓN	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79
GANANCIAS NETAS GRAVABLES	$ 17.117.561,20	$ 18.162.140,45	$ 19.258.948,66	$ 20.410.597,28	$ 21.619.828,34
IMPUESTOS DIRECTOS (TASA IMPOSITIVA)	$ 5.648.795,20	$ 5.993.506,35	$ 6.355.453,06	$ 6.735.497,10	$ 7.134.543,35
VALORES DE SALVAMENTO GRAVABLES (POR VENTA DE ACTIVOS)					
IMPUESTO A LA UTILIDAD POR VENTA DE ACTIVOS					
INGRESOS NO GRAVABLES					
COSTOS DE OPERACIÓN NO DEDUCIBLES					
VALOR EN LIBROS DE ACTIVOS VENDIDOS (INGRESO NO GRAVABLE)					
GANANCIAS NETAS	$ 11.468.766,00	$ 12.168.634,10	$ 12.903.495,60	$ 13.675.100,18	$ 14.485.284,99
DEPRECIACIÓN	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79
VALOR DE SALVAMENTO (ACTIVOS NO VENDIDOS)					
INVERSIONES FINANCIERAS					
COSTOS DE INVERSIÓN					
INGRESOS POR EMISIONES DE BONOS O ACCIONES DEL PROYECTO					
DIVIDENDOS PAGADOS					
CRÉDITOS RECIBIDOS					
AMORTIZACIONES DE CRÉDITOS Y PRÉSTAMOS					
FLUJO DE FONDOS NETO	**$ 15.242.789,79**	**$ 15.942.657,89**	**$ 16.677.519,39**	**$ 17.449.123,97**	**$ 18.259.308,77**

FLUJO DE CAJA / AÑOS	21	22	23	24	25
INGRESOS DE OPERACIÓN	$ 39.930.033,26	$ 41.926.534,92	$ 44.022.861,67	$ 46.224.004,75	$ 48.535.204,99
INGRESOS FINANCIEROS					
COSTOS DE OPERACIÓN	$ 13.266.488,53	$ 13.929.812,95	$ 14.626.303,60	$ 15.357.618,78	$ 16.125.499,72
INTERESES SOBRE CRÉDITOS RECIBIDOS POR EL PROYECTO	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
DEPRECIACIÓN	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79
GANANCIAS NETAS GRAVABLES	$ 22.889.520,94	$ 24.222.698,18	$ 25.622.534,28	$ 27.092.362,18	$ 28.635.681,48
IMPUESTOS DIRECTOS (TASA IMPOSITIVA)	$ 7.553.541,91	$ 7.993.490,40	$ 8.455.436,31	$ 8.940.479,52	$ 9.449.774,89
VALORES DE SALVAMENTO GRAVABLES (POR VENTA DE ACTIVOS)					
IMPUESTO A LA UTILIDAD POR VENTA DE ACTIVOS					
INGRESOS NO GRAVABLES					
COSTOS DE OPERACIÓN NO DEDUCIBLES					
VALOR EN LIBROS DE ACTIVOS VENDIDOS (INGRESO NO GRAVABLE)					
GANANCIAS NETAS	$ 15.335.979,03	$ 16.229.207,78	$ 17.167.097,97	$ 18.151.882,66	$ 19.185.906,59
DEPRECIACIÓN	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79
VALOR DE SALVAMENTO (ACTIVOS NO VENDIDOS)					
INVERSIONES FINANCIERAS					
COSTOS DE INVERSIÓN					
INGRESOS POR EMISIONES DE BONOS O ACCIONES DEL PROYECTO					
DIVIDENDOS PAGADOS					
CRÉDITOS RECIBIDOS					
AMORTIZACIONES DE CRÉDITOS Y PRÉSTAMOS					
FLUJO DE FONDOS NETO	**$ 19.110.002,82**	**$ 20.003.231,57**	**$ 20.941.121,76**	**$ 21.925.906,45**	**$ 22.959.930,38**

Fuente: Autores

El flujo de caja descrito en la ilustración anterior detalla los ingresos y egresos del proyecto y permite medir la liquidez del Conjunto para la toma de decisiones. El flujo de fondo neto se muestra con valores positivos a lo largo de los 25 años lo cual indica que el proyecto es rentable.

6.5 ESCENARIOS

Los escenarios propuestos son los siguientes:

- Grado de apalancamiento financiero del 25% sobre el valor total de la inversión requerida.
- Grado de apalancamiento financiero del 50% sobre el valor total de la inversión requerida.
- Grado de apalancamiento financiero del 75% sobre el valor total de la inversión requerida.

6.6 APALANCAMIENTO

A continuación, se desarrollará los flujos de caja respectivos para cada escenario:

- La ilustración 50 muestra el flujo de caja con un financiamiento del 25%

Ilustración 50 Flujo de caja con el 25% de apalancamiento.

	0	1	2	3	4	5
INGRESOS DE OPERACIÓN		$ 15.049.209,59	$ 15.801.670,06	$ 16.591.753,57	$ 17.421.341,25	$ 18.292.408,31
INGRESOS FINANCIEROS						
COSTOS DE OPERACIÓN		$ 5.000.000,00	$ 5.250.000,00	$ 5.512.500,00	$ 5.788.125,00	$ 6.077.531,25
INTERESES SOBRE CRÉDITOS RECIBIDOS POR EL PROYECTO		$ 3.742.491,25	$ 3.374.855,75	$ 2.949.131,60	$ 2.456.140,43	$ 1.885.253,67
DEPRECIACIÓN		$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79
GANANCIAS NETAS GRAVABLES	$ -	$ 2.532.694,54	$ 3.402.790,53	$ 4.356.098,18	$ 5.403.052,02	$ 6.555.599,60
IMPUESTOS DIRECTOS (TASA IMPOSITIVA)	$ -	$ 835.789,20	$ 1.122.920,87	$ 1.437.512,40	$ 1.783.007,17	$ 2.163.347,87
VALORES DE SALVAMENTO GRAVABLES (POR VENTA DE ACTIVOS)						
IMPUESTO A LA UTILIDAD POR VENTA DE ACTIVOS						
INGRESOS NO GRAVABLES						
COSTOS DE OPERACIÓN NO DEDUCIBLES						
VALOR EN LIBROS DE ACTIVOS VENDIDOS (INGRESO NO GRAVABLE)						
GANANCIAS NETAS	$ -	$ 1.696.905,34	$ 2.279.869,65	$ 2.918.585,78	$ 3.620.044,86	$ 4.392.251,73
DEPRECIACIÓN	$ -	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79
VALOR DE SALVAMENTO (ACTIVOS NO VENDIDOS)						
INVERSIONES FINANCIERAS						
COSTOS DE INVERSIÓN	$ 105.575.230,38					$ -
INGRESOS POR EMISIONES DE BONOS O ACCIONES DEL PROYECTO						
DIVIDENDOS PAGADOS						
CRÉDITOS RECIBIDOS	$ 26.393.807,60					
AMORTIZACIONES DE CRÉDITOS Y PRÉSTAMOS		$ 2.326.717,36	$ 2.694.352,87	$ 3.120.077,02	$ 3.613.068,18	$ 4.183.954,94
FLUJO DE FONDOS NETO	**-$ 79.181.422,79**	**$ 3.144.211,77**	**$ 3.359.540,58**	**$ 3.572.532,55**	**$ 3.781.000,47**	**$ 3.982.320,58**

	6	7	8	9	10
INGRESOS DE OPERACIÓN	$ 19.207.028,72	$ 20.167.380,16	$ 21.175.749,17	$ 22.234.536,63	$ 23.346.263,46
INGRESOS FINANCIEROS					
COSTOS DE OPERACIÓN	$ 6.381.407,81	$ 6.700.478,20	$ 7.035.502,11	$ 7.387.277,22	$ 7.756.641,08
INTERESES SOBRE CRÉDITOS RECIBIDOS POR EL PROYECTO	$ 1.224.163,32	$ 458.616,68			
DEPRECIACIÓN	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79
GANANCIAS NETAS GRAVABLES	$ 7.827.433,80	$ 9.234.261,49	$ 10.366.223,27	$ 11.073.235,62	$ 11.815.598,59
IMPUESTOS DIRECTOS (TASA IMPOSITIVA)	$ 2.583.053,15	$ 3.047.306,29	$ 3.420.853,68	$ 3.654.167,75	$ 3.899.147,53
VALORES DE SALVAMENTO GRAVABLES (POR VENTA DE ACTIVOS)					
IMPUESTO A LA UTILIDAD POR VENTA DE ACTIVOS					
INGRESOS NO GRAVABLES					
COSTOS DE OPERACIÓN NO DEDUCIBLES					
VALOR EN LIBROS DE ACTIVOS VENDIDOS (INGRESO NO GRAVABLE)					
GANANCIAS NETAS	$ 5.244.380,65	$ 6.186.955,20	$ 6.945.369,59	$ 7.419.067,86	$ 7.916.451,05
DEPRECIACIÓN	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79
VALOR DE SALVAMENTO (ACTIVOS NO VENDIDOS)					
INVERSIONES FINANCIERAS					
COSTOS DE INVERSIÓN					$ -
INGRESOS POR EMISIONES DE BONOS O ACCIONES DEL PROYECTO					
DIVIDENDOS PAGADOS					
CRÉDITOS RECIBIDOS					
AMORTIZACIONES DE CRÉDITOS Y PRÉSTAMOS	$ 4.845.045,29	$ 5.610.591,94			
FLUJO DE FONDOS NETO	**$ 4.173.359,14**	**$ 4.350.387,05**	**$ 10.719.393,38**	**$ 11.193.091,65**	**$ 11.690.474,84**

	11	12	13	14	15
INGRESOS DE OPERACIÓN	$ 24.513.576,63	$ 25.739.255,46	$ 27.026.218,24	$ 28.377.529,15	$ 29.796.405,61
INGRESOS FINANCIEROS					
COSTOS DE OPERACIÓN	$ 8.144.473,13	$ 8.551.696,79	$ 8.979.281,63	$ 9.428.245,71	$ 9.899.658,00
INTERESES SOBRE CRÉDITOS RECIBIDOS POR EL PROYECTO					
DEPRECIACIÓN	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79
GANANCIAS NETAS GRAVABLES	$ 12.595.079,71	$ 13.413.534,88	$ 14.272.912,82	$ 15.175.259,65	$ 16.122.723,82
IMPUESTOS DIRECTOS (TASA IMPOSITIVA)	$ 4.156.376,30	$ 4.426.466,51	$ 4.710.061,23	$ 5.007.835,68	$ 5.320.498,86
VALORES DE SALVAMENTO GRAVABLES (POR VENTA DE ACTIVOS)		$ -			
IMPUESTO A LA UTILIDAD POR VENTA DE ACTIVOS					
INGRESOS NO GRAVABLES					
COSTOS DE OPERACIÓN NO DEDUCIBLES					
VALOR EN LIBROS DE ACTIVOS VENDIDOS (INGRESO NO GRAVABLE)					
GANANCIAS NETAS	$ 8.438.703,40	$ 8.987.068,37	$ 9.562.851,59	$ 10.167.423,96	$ 10.802.224,96
DEPRECIACIÓN	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79
VALOR DE SALVAMENTO (ACTIVOS NO VENDIDOS)					
INVERSIONES FINANCIERAS					
COSTOS DE INVERSIÓN					
INGRESOS POR EMISIONES DE BONOS O ACCIONES DEL PROYECTO					
DIVIDENDOS PAGADOS					
CRÉDITOS RECIBIDOS					
AMORTIZACIONES DE CRÉDITOS Y PRÉSTAMOS					
FLUJO DE FONDOS NETO	**$ 12.212.727,19**	**$ 12.761.092,16**	**$ 13.336.875,38**	**$ 13.941.447,75**	**$ 14.576.248,75**

	16	17	18	19	20
INGRESOS DE OPERACIÓN	$ 31.286.225,89	$ 32.850.537,18	$ 34.493.064,04	$ 36.217.717,24	$ 38.028.603,10
INGRESOS FINANCIEROS					
COSTOS DE OPERACIÓN	$ 10.394.640,90	$ 10.914.372,94	$ 11.460.091,59	$ 12.033.096,17	$ 12.634.750,98
INTERESES SOBRE CRÉDITOS RECIBIDOS POR EL PROYECTO					
DEPRECIACIÓN	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79
GANANCIAS NETAS GRAVABLES	$ 17.117.561,20	$ 18.162.140,45	$ 19.258.948,66	$ 20.410.597,28	$ 21.619.828,34
IMPUESTOS DIRECTOS (TASA IMPOSITIVA)	$ 5.648.795,20	$ 5.993.506,35	$ 6.355.453,06	$ 6.735.497,10	$ 7.134.543,35
VALORES DE SALVAMENTO GRAVABLES (POR VENTA DE ACTIVOS)					
IMPUESTO A LA UTILIDAD POR VENTA DE ACTIVOS					
INGRESOS NO GRAVABLES					
COSTOS DE OPERACIÓN NO DEDUCIBLES					
VALOR EN LIBROS DE ACTIVOS VENDIDOS (INGRESO NO GRAVABLE)					
GANANCIAS NETAS	$ 11.468.766,00	$ 12.168.634,10	$ 12.903.495,60	$ 13.675.100,18	$ 14.485.284,99
DEPRECIACIÓN	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79
VALOR DE SALVAMENTO (ACTIVOS NO VENDIDOS)					
INVERSIONES FINANCIERAS					
COSTOS DE INVERSIÓN					
INGRESOS POR EMISIONES DE BONOS O ACCIONES DEL PROYECTO					
DIVIDENDOS PAGADOS					
CRÉDITOS RECIBIDOS					
AMORTIZACIONES DE CRÉDITOS Y PRÉSTAMOS					
FLUJO DE FONDOS NETO	**$ 15.242.789,79**	**$ 15.942.657,89**	**$ 16.677.519,39**	**$ 17.449.123,97**	**$ 18.259.308,77**

	21	22	23	24	25
INGRESOS DE OPERACIÓN	$ 39.930.033,26	$ 41.926.534,92	$ 44.022.861,67	$ 46.224.004,75	$ 48.535.204,99
INGRESOS FINANCIEROS					
COSTOS DE OPERACIÓN	$ 13.266.488,53	$ 13.929.812,95	$ 14.626.303,60	$ 15.357.618,78	$ 16.125.499,72
INTERESES SOBRE CRÉDITOS RECIBIDOS POR EL PROYECTO					
DEPRECIACIÓN	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79
GANANCIAS NETAS GRAVABLES	$ 22.889.520,94	$ 24.222.698,18	$ 25.622.534,28	$ 27.092.362,18	$ 28.635.681,48
IMPUESTOS DIRECTOS (TASA IMPOSITIVA)	$ 7.553.541,91	$ 7.993.490,40	$ 8.455.436,31	$ 8.940.479,52	$ 9.449.774,89
VALORES DE SALVAMENTO GRAVABLES (POR VENTA DE ACTIVOS)					
IMPUESTO A LA UTILIDAD POR VENTA DE ACTIVOS					
INGRESOS NO GRAVABLES					
COSTOS DE OPERACIÓN NO DEDUCIBLES					
VALOR EN LIBROS DE ACTIVOS VENDIDOS (INGRESO NO GRAVABLE)					
GANANCIAS NETAS	$ 15.335.979,03	$ 16.229.207,78	$ 17.167.097,97	$ 18.151.882,66	$ 19.185.906,59
DEPRECIACIÓN	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79
VALOR DE SALVAMENTO (ACTIVOS NO VENDIDOS)					
INVERSIONES FINANCIERAS					
COSTOS DE INVERSIÓN					
INGRESOS POR EMISIONES DE BONOS O ACCIONES DEL PROYECTO					
DIVIDENDOS PAGADOS					
CRÉDITOS RECIBIDOS					
AMORTIZACIONES DE CRÉDITOS Y PRÉSTAMOS					
FLUJO DE FONDOS NETO	**$ 19.110.002,82**	**$ 20.003.231,57**	**$ 20.941.121,76**	**$ 21.925.906,45**	**$ 22.959.930,38**

Fuente: Autores

Los resultados que arroja el flujo de caja son positivos para los 25 años, incluyendo los siete años en los cuales se tiene que cumplir con la obligación adquirida con bancos por el financiamiento del 25%.

- La ilustración 51 muestra el flujo de caja con un financiamiento del 50%

Ilustración 51 Flujo de caja con el 50% de apalancamiento.

	0	1	2	3	4	5
INGRESOS DE OPERACIÓN		$ 15.049.209,59	$ 15.801.670,06	$ 16.591.753,57	$ 17.421.341,25	$ 18.292.408,31
INGRESOS FINANCIEROS						
COSTOS DE OPERACIÓN		$ 5.000.000,00	$ 5.250.000,00	$ 5.512.500,00	$ 5.788.125,00	$ 6.077.531,25
INTERESES SOBRE CRÉDITOS RECIBIDOS POR EL PROYECTO		$ 7.484.982,51	$ 6.749.711,50	$ 5.898.263,19	$ 4.912.280,87	$ 3.770.507,34
DEPRECIACIÓN		$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79
GANANCIAS NETAS GRAVABLES	$ -	-$ 1.209.796,71	$ 27.934,78	$ 1.406.966,59	$ 2.946.911,59	$ 4.670.345,93
IMPUESTOS DIRECTOS (TASA IMPOSITIVA)	$ -	$ -	$ 9.218,48	$ 464.298,97	$ 972.480,82	$ 1.541.214,16
VALORES DE SALVAMENTO GRAVABLES (POR VENTA DE ACTIVOS)						
IMPUESTO A LA UTILIDAD POR VENTA DE ACTIVOS						
INGRESOS NO GRAVABLES						
COSTOS DE OPERACIÓN NO DEDUCIBLES						
VALOR EN LIBROS DE ACTIVOS VENDIDOS (INGRESO NO GRAVABLE)						
GANANCIAS NETAS	$ -	-$ 1.209.796,71	$ 18.716,30	$ 942.667,61	$ 1.974.430,76	$ 3.129.131,77
DEPRECIACIÓN	$ -	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79
VALOR DE SALVAMENTO (ACTIVOS NO VENDIDOS)						
INVERSIONES FINANCIERAS						
COSTOS DE INVERSIÓN	$ 105.575.230,38					$ -
INGRESOS POR EMISIONES DE BONOS O ACCIONES DEL PROYECTO						
DIVIDENDOS PAGADOS						
CRÉDITOS RECIBIDOS	$ 52.787.615,19					
AMORTIZACIONES DE CRÉDITOS Y PRÉSTAMOS		$ 4.653.434,72	$ 5.388.705,73	$ 6.240.154,04	$ 7.226.136,36	$ 8.367.909,89
FLUJO DE FONDOS NETO	**-$ 52.787.615,19**	**-$ 2.089.207,64**	**-$ 1.595.965,64**	**-$ 1.523.462,63**	**-$ 1.477.681,80**	**-$ 1.464.754,32**

	6	7	8	9	10
INGRESOS DE OPERACIÓN	$ 19.207.028,72	$ 20.167.380,16	$ 21.175.749,17	$ 22.234.536,63	$ 23.346.263,46
INGRESOS FINANCIEROS					
COSTOS DE OPERACIÓN	$ 6.381.407,81	$ 6.700.478,20	$ 7.035.502,11	$ 7.387.277,22	$ 7.756.641,08
INTERESES SOBRE CRÉDITOS RECIBIDOS POR EL PROYECTO	$ 2.448.326,64	$ 917.233,35			
DEPRECIACIÓN	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79
GANANCIAS NETAS GRAVABLES	$ 6.603.270,48	$ 8.775.644,82	$ 10.366.223,27	$ 11.073.235,62	$ 11.815.598,59
IMPUESTOS DIRECTOS (TASA IMPOSITIVA)	$ 2.179.079,26	$ 2.895.962,79	$ 3.420.853,68	$ 3.654.167,75	$ 3.899.147,53
VALORES DE SALVAMENTO GRAVABLES (POR VENTA DE ACTIVOS)					
IMPUESTO A LA UTILIDAD POR VENTA DE ACTIVOS					
INGRESOS NO GRAVABLES					
COSTOS DE OPERACIÓN NO DEDUCIBLES					
VALOR EN LIBROS DE ACTIVOS VENDIDOS (INGRESO NO GRAVABLE)					
GANANCIAS NETAS	$ 4.424.191,22	$ 5.879.682,03	$ 6.945.369,59	$ 7.419.067,86	$ 7.916.451,05
DEPRECIACIÓN	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79
VALOR DE SALVAMENTO (ACTIVOS NO VENDIDOS)					
INVERSIONES FINANCIERAS					
COSTOS DE INVERSIÓN					$ -
INGRESOS POR EMISIONES DE BONOS O ACCIONES DEL PROYECTO					
DIVIDENDOS PAGADOS					
CRÉDITOS RECIBIDOS					
AMORTIZACIONES DE CRÉDITOS Y PRÉSTAMOS	$ 9.690.090,58	$ 11.221.183,88			
FLUJO DE FONDOS NETO	**-$ 1.491.875,57**	**-$ 1.567.478,06**	**$ 10.719.393,38**	**$ 11.193.091,65**	**$ 11.690.474,84**

	11	12	13	14	15
INGRESOS DE OPERACIÓN	$ 24.513.576,63	$ 25.739.255,46	$ 27.026.218,24	$ 28.377.529,15	$ 29.796.405,61
INGRESOS FINANCIEROS					
COSTOS DE OPERACIÓN	$ 8.144.473,13	$ 8.551.696,79	$ 8.979.281,63	$ 9.428.245,71	$ 9.899.658,00
INTERESES SOBRE CRÉDITOS RECIBIDOS POR EL PROYECTO					
DEPRECIACIÓN	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79
GANANCIAS NETAS GRAVABLES	$ 12.595.079,71	$ 13.413.534,88	$ 14.272.912,82	$ 15.175.259,65	$ 16.122.723,82
IMPUESTOS DIRECTOS (TASA IMPOSITIVA)	$ 4.156.376,30	$ 4.426.466,51	$ 4.710.061,23	$ 5.007.835,68	$ 5.320.498,86
VALORES DE SALVAMENTO GRAVABLES (POR VENTA DE ACTIVOS)		$ -			
IMPUESTO A LA UTILIDAD POR VENTA DE ACTIVOS					
INGRESOS NO GRAVABLES					
COSTOS DE OPERACIÓN NO DEDUCIBLES					
VALOR EN LIBROS DE ACTIVOS VENDIDOS (INGRESO NO GRAVABLE)					
GANANCIAS NETAS	$ 8.438.703,40	$ 8.987.068,37	$ 9.562.851,59	$ 10.167.423,96	$ 10.802.224,96
DEPRECIACIÓN	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79
VALOR DE SALVAMENTO (ACTIVOS NO VENDIDOS)					
INVERSIONES FINANCIERAS					
COSTOS DE INVERSIÓN					
INGRESOS POR EMISIONES DE BONOS O ACCIONES DEL PROYECTO					
DIVIDENDOS PAGADOS					
CRÉDITOS RECIBIDOS					
AMORTIZACIONES DE CRÉDITOS Y PRÉSTAMOS					
FLUJO DE FONDOS NETO	**$ 12.212.727,19**	**$ 12.761.092,16**	**$ 13.336.875,38**	**$ 13.941.447,75**	**$ 14.576.248,75**

	16	17	18	19	20
INGRESOS DE OPERACIÓN	$ 31.286.225,89	$ 32.850.537,18	$ 34.493.064,04	$ 36.217.717,24	$ 38.028.603,10
INGRESOS FINANCIEROS					
COSTOS DE OPERACIÓN	$ 10.394.640,90	$ 10.914.372,94	$ 11.460.091,59	$ 12.033.096,17	$ 12.634.750,98
INTERESES SOBRE CRÉDITOS RECIBIDOS POR EL PROYECTO					
DEPRECIACIÓN	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79
GANANCIAS NETAS GRAVABLES	$ 17.117.561,20	$ 18.162.140,45	$ 19.258.948,66	$ 20.410.597,28	$ 21.619.828,34
IMPUESTOS DIRECTOS (TASA IMPOSITIVA)	$ 5.648.795,20	$ 5.993.506,35	$ 6.355.453,06	$ 6.735.497,10	$ 7.134.543,35
VALORES DE SALVAMENTO GRAVABLES (POR VENTA DE ACTIVOS)					
IMPUESTO A LA UTILIDAD POR VENTA DE ACTIVOS					
INGRESOS NO GRAVABLES					
COSTOS DE OPERACIÓN NO DEDUCIBLES					
VALOR EN LIBROS DE ACTIVOS VENDIDOS (INGRESO NO GRAVABLE)					
GANANCIAS NETAS	$ 11.468.766,00	$ 12.168.634,10	$ 12.903.495,60	$ 13.675.100,18	$ 14.485.284,99
DEPRECIACIÓN	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79
VALOR DE SALVAMENTO (ACTIVOS NO VENDIDOS)					
INVERSIONES FINANCIERAS					
COSTOS DE INVERSIÓN					
INGRESOS POR EMISIONES DE BONOS O ACCIONES DEL PROYECTO					
DIVIDENDOS PAGADOS					
CRÉDITOS RECIBIDOS					
AMORTIZACIONES DE CRÉDITOS Y PRÉSTAMOS					
FLUJO DE FONDOS NETO	**$ 15.242.789,79**	**$ 15.942.657,89**	**$ 16.677.519,39**	**$ 17.449.123,97**	**$ 18.259.308,77**

	21	22	23	24	25
INGRESOS DE OPERACIÓN	$ 39.930.033,26	$ 41.926.534,92	$ 44.022.861,67	$ 46.224.004,75	$ 48.535.204,99
INGRESOS FINANCIEROS					
COSTOS DE OPERACIÓN	$ 13.266.488,53	$ 13.929.812,95	$ 14.626.303,60	$ 15.357.618,78	$ 16.125.499,72
INTERESES SOBRE CRÉDITOS RECIBIDOS POR EL PROYECTO					
DEPRECIACIÓN	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79
GANANCIAS NETAS GRAVABLES	$ 22.889.520,94	$ 24.222.698,18	$ 25.622.534,28	$ 27.092.362,18	$ 28.635.681,48
IMPUESTOS DIRECTOS (TASA IMPOSITIVA)	$ 7.553.541,91	$ 7.993.490,40	$ 8.455.436,31	$ 8.940.479,52	$ 9.449.774,89
VALORES DE SALVAMENTO GRAVABLES (POR VENTA DE ACTIVOS)					
IMPUESTO A LA UTILIDAD POR VENTA DE ACTIVOS					
INGRESOS NO GRAVABLES					
COSTOS DE OPERACIÓN NO DEDUCIBLES					
VALOR EN LIBROS DE ACTIVOS VENDIDOS (INGRESO NO GRAVABLE)					
GANANCIAS NETAS	$ 15.335.979,03	$ 16.229.207,78	$ 17.167.097,97	$ 18.151.882,66	$ 19.185.906,59
DEPRECIACIÓN	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79
VALOR DE SALVAMENTO (ACTIVOS NO VENDIDOS)					
INVERSIONES FINANCIERAS					
COSTOS DE INVERSIÓN					
INGRESOS POR EMISIONES DE BONOS O ACCIONES DEL PROYECTO					
DIVIDENDOS PAGADOS					
CRÉDITOS RECIBIDOS					
AMORTIZACIONES DE CRÉDITOS Y PRÉSTAMOS					
FLUJO DE FONDOS NETO	**$ 19.110.002,82**	**$ 20.003.231,57**	**$ 20.941.121,76**	**$ 21.925.906,45**	**$ 22.959.930,38**

Fuente: Autores

Los resultados de flujo de caja con apalancamiento del 50% muestra que durante los primeros siete años la liquidez de la inversión será negativa, lo que indica que la administración tendría que soportar los desfases de cada año con dinero propio y no de lo que genere el proyecto. El flujo de caja es positivo después de pagar el préstamo en el año ocho.

Si la administración no posee recursos para subsidiar el proyecto durante los años de desfase, no sería viable este grado de apalancamiento.

- La ilustración 52 muestra el flujo de caja con un financiamiento del 75%

Ilustración 52 Flujo de caja con el 75% de apalancamiento.

	0	1	2	3	4	5
INGRESOS DE OPERACIÓN		$ 15.049.209,59	$ 15.801.670,06	$ 16.591.753,57	$ 17.421.341,25	$ 18.292.408,31
INGRESOS FINANCIEROS						
COSTOS DE OPERACIÓN		$ 5.000.000,00	$ 5.250.000,00	$ 5.512.500,00	$ 5.788.125,00	$ 6.077.531,25
INTERESES SOBRE CRÉDITOS RECIBIDOS POR EL PROYECTO		$ 11.227.473,76	$ 10.124.567,24	$ 8.847.394,79	$ 7.368.421,30	$ 5.655.761,01
DEPRECIACIÓN		$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79
GANANCIAS NETAS GRAVABLES	$ -	-$ 4.952.287,96	-$ 3.346.920,97	-$ 1.542.165,01	$ 490.771,15	$ 2.785.092,26
IMPUESTOS DIRECTOS (TASA IMPOSITIVA)	$ -	$ -	$ -	$ -	$ 161.954,48	$ 919.080,45
VALORES DE SALVAMENTO GRAVABLES (POR VENTA DE ACTIVOS)						
IMPUESTO A LA UTILIDAD POR VENTA DE ACTIVOS						
INGRESOS NO GRAVABLES						
COSTOS DE OPERACIÓN NO DEDUCIBLES						
VALOR EN LIBROS DE ACTIVOS VENDIDOS (INGRESO NO GRAVABLE)						
GANANCIAS NETAS	$ -	-$ 4.952.287,96	-$ 3.346.920,97	-$ 1.542.165,01	$ 328.816,67	$ 1.866.011,81
DEPRECIACIÓN	$ -	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79
VALOR DE SALVAMENTO (ACTIVOS NO VENDIDOS)						
INVERSIONES FINANCIERAS						
COSTOS DE INVERSIÓN	$ 105.575.230,38					$ -
INGRESOS POR EMISIONES DE BONOS O ACCIONES DEL PROYECTO						
DIVIDENDOS PAGADOS						
CRÉDITOS RECIBIDOS	$ 79.181.422,79					
AMORTIZACIONES DE CRÉDITOS Y PRÉSTAMOS		$ 6.980.152,08	$ 8.083.058,60	$ 9.360.231,06	$ 10.839.204,54	$ 12.551.864,83
FLUJO DE FONDOS NETO	**-$ 26.393.807,60**	**-$ 8.158.416,26**	**-$ 7.655.955,78**	**-$ 7.128.372,27**	**-$ 6.736.364,07**	**-$ 6.911.829,23**

	6	7	8	9	10
INGRESOS DE OPERACIÓN	$ 19.207.028,72	$ 20.167.380,16	$ 21.175.749,17	$ 22.234.536,63	$ 23.346.263,46
INGRESOS FINANCIEROS					
COSTOS DE OPERACIÓN	$ 6.381.407,81	$ 6.700.478,20	$ 7.035.502,11	$ 7.387.277,22	$ 7.756.641,08
INTERESES SOBRE CRÉDITOS RECIBIDOS POR EL PROYECTO	$ 3.672.489,97	$ 1.375.850,03			
DEPRECIACIÓN	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79
GANANCIAS NETAS GRAVABLES	$ 5.379.107,16	$ 8.317.028,14	$ 10.366.223,27	$ 11.073.235,62	$ 11.815.598,59
IMPUESTOS DIRECTOS (TASA IMPOSITIVA)	$ 1.775.105,36	$ 2.744.619,29	$ 3.420.853,68	$ 3.654.167,75	$ 3.899.147,53
VALORES DE SALVAMENTO GRAVABLES (POR VENTA DE ACTIVOS)					
IMPUESTO A LA UTILIDAD POR VENTA DE ACTIVOS					
INGRESOS NO GRAVABLES					
COSTOS DE OPERACIÓN NO DEDUCIBLES					
VALOR EN LIBROS DE ACTIVOS VENDIDOS (INGRESO NO GRAVABLE)					
GANANCIAS NETAS	$ 3.604.001,79	$ 5.572.408,86	$ 6.945.369,59	$ 7.419.067,86	$ 7.916.451,05
DEPRECIACIÓN	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79
VALOR DE SALVAMENTO (ACTIVOS NO VENDIDOS)					
INVERSIONES FINANCIERAS					
COSTOS DE INVERSIÓN					$ -
INGRESOS POR EMISIONES DE BONOS O ACCIONES DEL PROYECTO					
DIVIDENDOS PAGADOS					
CRÉDITOS RECIBIDOS					
AMORTIZACIONES DE CRÉDITOS Y PRÉSTAMOS	$ 14.535.135,87	$ 16.831.775,81			
FLUJO DE FONDOS NETO	**-$ 7.157.110,29**	**-$ 7.485.343,17**	**$ 10.719.393,38**	**$ 11.193.091,65**	**$ 11.690.474,84**

	11	12	13	14	15
INGRESOS DE OPERACIÓN	$ 24.513.576,63	$ 25.739.255,46	$ 27.026.218,24	$ 28.377.529,15	$ 29.796.405,61
INGRESOS FINANCIEROS					
COSTOS DE OPERACIÓN	$ 8.144.473,13	$ 8.551.696,79	$ 8.979.281,63	$ 9.428.245,71	$ 9.899.658,00
INTERESES SOBRE CRÉDITOS RECIBIDOS POR EL PROYECTO					
DEPRECIACIÓN	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79
GANANCIAS NETAS GRAVABLES	$ 12.595.079,71	$ 13.413.534,88	$ 14.272.912,82	$ 15.175.259,65	$ 16.122.723,82
IMPUESTOS DIRECTOS (TASA IMPOSITIVA)	$ 4.156.376,30	$ 4.426.466,51	$ 4.710.061,23	$ 5.007.835,68	$ 5.320.498,86
VALORES DE SALVAMENTO GRAVABLES (POR VENTA DE ACTIVOS)		$ -			
IMPUESTO A LA UTILIDAD POR VENTA DE ACTIVOS					
INGRESOS NO GRAVABLES					
COSTOS DE OPERACIÓN NO DEDUCIBLES					
VALOR EN LIBROS DE ACTIVOS VENDIDOS (INGRESO NO GRAVABLE)					
GANANCIAS NETAS	$ 8.438.703,40	$ 8.987.068,37	$ 9.562.851,59	$ 10.167.423,96	$ 10.802.224,96
DEPRECIACIÓN	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79
VALOR DE SALVAMENTO (ACTIVOS NO VENDIDOS)					
INVERSIONES FINANCIERAS					
COSTOS DE INVERSIÓN					
INGRESOS POR EMISIONES DE BONOS O ACCIONES DEL PROYECTO					
DIVIDENDOS PAGADOS					
CRÉDITOS RECIBIDOS					
AMORTIZACIONES DE CRÉDITOS Y PRÉSTAMOS					
FLUJO DE FONDOS NETO	**$ 12.212.727,19**	**$ 12.761.092,16**	**$ 13.336.875,38**	**$ 13.941.447,75**	**$ 14.576.248,75**

	16	17	18	19	20
INGRESOS DE OPERACIÓN	$ 31.286.225,89	$ 32.850.537,18	$ 34.493.064,04	$ 36.217.717,24	$ 38.028.603,10
INGRESOS FINANCIEROS					
COSTOS DE OPERACIÓN	$ 10.394.640,90	$ 10.914.372,94	$ 11.460.091,59	$ 12.033.096,17	$ 12.634.750,98
INTERESES SOBRE CRÉDITOS RECIBIDOS POR EL PROYECTO					
DEPRECIACIÓN	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79
GANANCIAS NETAS GRAVABLES	$ 17.117.561,20	$ 18.162.140,45	$ 19.258.948,66	$ 20.410.597,28	$ 21.619.828,34
IMPUESTOS DIRECTOS (TASA IMPOSITIVA)	$ 5.648.795,20	$ 5.993.506,35	$ 6.355.453,06	$ 6.735.497,10	$ 7.134.543,35
VALORES DE SALVAMENTO GRAVABLES (POR VENTA DE ACTIVOS)					
IMPUESTO A LA UTILIDAD POR VENTA DE ACTIVOS					
INGRESOS NO GRAVABLES					
COSTOS DE OPERACIÓN NO DEDUCIBLES					
VALOR EN LIBROS DE ACTIVOS VENDIDOS (INGRESO NO GRAVABLE)					
GANANCIAS NETAS	$ 11.468.766,00	$ 12.168.634,10	$ 12.903.495,60	$ 13.675.100,18	$ 14.485.284,99
DEPRECIACIÓN	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79
VALOR DE SALVAMENTO (ACTIVOS NO VENDIDOS)					
INVERSIONES FINANCIERAS					
COSTOS DE INVERSIÓN					
INGRESOS POR EMISIONES DE BONOS O ACCIONES DEL PROYECTO					
DIVIDENDOS PAGADOS					
CRÉDITOS RECIBIDOS					
AMORTIZACIONES DE CRÉDITOS Y PRÉSTAMOS					
FLUJO DE FONDOS NETO	**$ 15.242.789,79**	**$ 15.942.657,89**	**$ 16.677.519,39**	**$ 17.449.123,97**	**$ 18.259.308,77**

	21	22	23	24	25
INGRESOS DE OPERACIÓN	$ 39.930.033,26	$ 41.926.534,92	$ 44.022.861,67	$ 46.224.004,75	$ 48.535.204,99
INGRESOS FINANCIEROS					
COSTOS DE OPERACIÓN	$ 13.266.488,53	$ 13.929.812,95	$ 14.626.303,60	$ 15.357.618,78	$ 16.125.499,72
INTERESES SOBRE CRÉDITOS RECIBIDOS POR EL PROYECTO					
DEPRECIACIÓN	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79
GANANCIAS NETAS GRAVABLES	$ 22.889.520,94	$ 24.222.698,18	$ 25.622.534,28	$ 27.092.362,18	$ 28.635.681,48
IMPUESTOS DIRECTOS (TASA IMPOSITIVA)	$ 7.553.541,91	$ 7.993.490,40	$ 8.455.436,31	$ 8.940.479,52	$ 9.449.774,89
VALORES DE SALVAMENTO GRAVABLES (POR VENTA DE ACTIVOS)					
IMPUESTO A LA UTILIDAD POR VENTA DE ACTIVOS					
INGRESOS NO GRAVABLES					
COSTOS DE OPERACIÓN NO DEDUCIBLES					
VALOR EN LIBROS DE ACTIVOS VENDIDOS (INGRESO NO GRAVABLE)					
GANANCIAS NETAS	$ 15.335.979,03	$ 16.229.207,78	$ 17.167.097,97	$ 18.151.882,66	$ 19.185.906,59
DEPRECIACIÓN	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79
VALOR DE SALVAMENTO (ACTIVOS NO VENDIDOS)					
INVERSIONES FINANCIERAS					
COSTOS DE INVERSIÓN					
INGRESOS POR EMISIONES DE BONOS O ACCIONES DEL PROYECTO					
DIVIDENDOS PAGADOS					
CRÉDITOS RECIBIDOS					
AMORTIZACIONES DE CRÉDITOS Y PRÉSTAMOS					
FLUJO DE FONDOS NETO	**$ 19.110.002,82**	**$ 20.003.231,57**	**$ 20.941.121,76**	**$ 21.925.906,45**	**$ 22.959.930,38**

Fuente: Autores

El flujo de caja para el apalancamiento con el 75% tiene similitudes al escenario proyectado con el apalancamiento del 50% en cuanto a que los primeros siete años la liquidez de la inversión es negativa. Sin embargo, el desfase durante esos siete años es mucho mayor y afectaría significativamente los gastos de la administración. Al igual que el anterior escenario el flujo de caja positivo sería a partir del año ocho.

6.7 INDICADORES FINANCIEROS (VPN, TIR, TUR, RBC)

Para cada uno de los escenarios proyectados con anterioridad, se relacionan los siguientes indicadores financieros tales como: Valor presente neto (VPN), tasa de retorno de la inversión (TIR), tasa única de retorno (TUR) y relación costo beneficio (RCB), con el fin de que ayude a establecer la opción más viable dependiendo los intereses particulares del inversionista.

En la tabla 27 se relaciona de manera discriminada los resultados de los indicadores financieros para cada uno de los escenarios evaluados.

Tabla 27 Indicadores financieros

	VPN	TIR	TUR	RCB
Flujo de caja sin financiar	$ 123.938.853,06	9,83%	9,83%	2,1739
Flujo de caja financiado 25%	$ 117.377.401,81	9,91%	9,91%	1,8618
Flujo de caja financiado 50%	$ 110.428.345,78	9,96%	7,27%	1,5460
Flujo de caja financiado 75%	$ 101.161.033,09	9,74%	6,68%	1,2082

Fuente: Autores

Según los resultados de los indicadores financieros proyectados en la tabla anterior, nos indica que todos los escenarios son viables. Sin embargo, se debe evaluar las capacidades y necesidades del inversionista asociado a dichos resultados.

El escenario sin financiamiento muestra que el valor presente es el más elevado con relación a las demás proyecciones. Es decir, que sería entre todas las propuestas la mejor, pues desde el año uno la liquidez del inversionista sería positiva. o sea, que el ingreso y el retorno de la inversión se vería reflejado rápidamente. Por otro lado, una inversión tan alta deja sin flujo de caja al inversionista para poder invertir en otros proyectos que son necesarios para el bienestar colectivo de los habitantes del Conjunto Residencial Hayuelos Reservados II.

El escenario con apalancamiento al 25% muestra una fluidez positiva desde el primer año, lo que implica que tendría ganancias aun teniendo una deuda sobre el total de inversión. Lo anterior, permitiría reinversión en otros proyectos con la ganancia y no solo eso, el 25% de capital propio no invertido en el proyecto podría ser invertido en busca de mayores utilidades.

El escenario con apalancamiento del 50% y del 75% muestran un flujo de caja negativo para el inversionista durante los siete primeros años, estos dos difieren uno del otro con el alto costo que debe asumir el inversionista, pues el apalancamiento del 50% es mucho menor al del 75%. Estos escenarios pese a que tienen un flujo de caja negativo durante los primeros siete años, son cubiertos con los ingresos generados en los 18 años restantes, junto con sus costos de mantenimiento a largo plazo, teniendo un punto de equilibrio alrededor del año 16 y 18, generando un flujo de caja positivo aproximado de 173 y140 millones respectivamente. Ahora bien, si el inversionista tiene una oportunidad de negocio con el 50% o 75% de capital propio no invertido, en donde su rentabilidad compense las pérdidas que se generan en los primeros años insostenibles del proyecto de energía solar en este escenario, el apalancamiento podría ser viable. Por otro lado, el hecho de que el proyecto o proyectos secundarios no arrojen utilidad se vería en delicados aprietos financieros.

6.8 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Para el análisis de sensibilidad del proyecto, se propone dentro del supuesto inicial tres situaciones las cuales serán favorables (un aumento de la generación de energía del 5%), críticas (una disminución de generación de energía del 5%) y supremamente críticas (una disminución de generación de energía del 20%) como se relacionan a continuación:

- Situación favorable (aumento de la generación de energía del 5%).

Este escenario depende totalmente de la favorabilidad de las condiciones climáticas en el área de influencia del proyecto. Es decir, que la irradiación sea mucho mayor de lo que nos ha mostrado el histórico de datos tomados de la estación meteorológica del dorado.

En la Ilustración 53 se observa el desarrollo del flujo de caja con situación favorable.

Ilustración 53 Flujo de caja para la situación favorable (incremento del 5%)

FLUJO DE CAJA / AÑOS	0	1	2	3	4	5
INGRESOS DE OPERACIÓN		$ 15.801.670,06	$ 16.591.753,57	$ 17.421.341,25	$ 18.292.408,31	$ 19.207.028,72
INGRESOS FINANCIEROS						
COSTOS DE OPERACIÓN		$ 5.000.000,00	$ 5.250.000,00	$ 5.512.500,00	$ 5.788.125,00	$ 6.077.531,25
INTERESES SOBRE CRÉDITOS RECIBIDOS POR EL PROYECTO		$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
DEPRECIACIÓN		$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79
GANANCIAS NETAS GRAVABLES	$ -	$ 7.027.646,28	$ 7.567.729,78	$ 8.134.817,46	$ 8.730.259,52	$ 9.355.473,69
IMPUESTOS DIRECTOS (TASA IMPOSITIVA)	$ -	$ 2.319.123,27	$ 2.497.350,83	$ 2.684.489,76	$ 2.880.985,64	$ 3.087.306,32
VALORES DE SALVAMENTO GRAVABLES (POR VENTA DE ACTIVOS)						
IMPUESTO A LA UTILIDAD POR VENTA DE ACTIVOS						
INGRESOS NO GRAVABLES						
COSTOS DE OPERACIÓN NO DEDUCIBLES						
VALOR EN LIBROS DE ACTIVOS VENDIDOS (INGRESO NO GRAVABLE)						
GANANCIAS NETAS	$ -	$ 4.708.523,00	$ 5.070.378,95	$ 5.450.327,70	$ 5.849.273,88	$ 6.268.167,37
DEPRECIACIÓN	$ -	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79
VALOR DE SALVAMENTO (ACTIVOS NO VENDIDOS)						
INVERSIONES FINANCIERAS						
COSTOS DE INVERSIÓN	$ 105.575.230,38					
INGRESOS POR EMISIONES DE BONOS O ACCIONES DEL PROYECTO						
DIVIDENDOS PAGADOS						
CRÉDITOS RECIBIDOS	$ -					
AMORTIZACIONES DE CRÉDITOS Y PRÉSTAMOS		$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
FLUJO DE FONDOS NETO	**-$ 105.575.230,38**	**$ 8.482.546,79**	**$ 8.844.402,74**	**$ 9.224.351,49**	**$ 9.623.297,67**	**$ 10.042.191,16**

FLUJO DE CAJA / AÑOS	6	7	8	9	10
INGRESOS DE OPERACIÓN	$ 20.167.380,16	$ 21.175.749,17	$ 22.234.536,63	$ 23.346.263,46	$ 24.513.576,63
INGRESOS FINANCIEROS					
COSTOS DE OPERACIÓN	$ 6.381.407,81	$ 6.700.478,20	$ 7.035.502,11	$ 7.387.277,22	$ 7.756.641,08
INTERESES SOBRE CRÉDITOS RECIBIDOS POR EL PROYECTO	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
DEPRECIACIÓN	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79
GANANCIAS NETAS GRAVABLES	$ 10.011.948,56	$ 10.701.247,18	$ 11.425.010,72	$ 12.184.962,45	$ 12.982.911,76
IMPUESTOS DIRECTOS (TASA IMPOSITIVA)	$ 3.303.943,02	$ 3.531.411,57	$ 3.770.253,54	$ 4.021.037,61	$ 4.284.360,88
VALORES DE SALVAMENTO GRAVABLES (POR VENTA DE ACTIVOS)					
IMPUESTO A LA UTILIDAD POR VENTA DE ACTIVOS					
INGRESOS NO GRAVABLES					
COSTOS DE OPERACIÓN NO DEDUCIBLES					
VALOR EN LIBROS DE ACTIVOS VENDIDOS (INGRESO NO GRAVABLE)					
GANANCIAS NETAS	$ 6.708.005,53	$ 7.169.835,61	$ 7.654.757,19	$ 8.163.924,84	$ 8.698.550,88
DEPRECIACIÓN	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79
VALOR DE SALVAMENTO (ACTIVOS NO VENDIDOS)					
INVERSIONES FINANCIERAS					
COSTOS DE INVERSIÓN					
INGRESOS POR EMISIONES DE BONOS O ACCIONES DEL PROYECTO					
DIVIDENDOS PAGADOS					
CRÉDITOS RECIBIDOS					
AMORTIZACIONES DE CRÉDITOS Y PRÉSTAMOS	$ -	$ -			
FLUJO DE FONDOS NETO	**$ 10.482.029,32**	**$ 10.943.859,40**	**$ 11.428.780,97**	**$ 11.937.948,63**	**$ 12.472.574,67**

FLUJO DE CAJA / AÑOS	11	12	13	14	15
INGRESOS DE OPERACIÓN	$ 25.739.255,46	$ 27.026.218,24	$ 28.377.529,15	$ 29.796.405,61	$ 31.286.225,89
INGRESOS FINANCIEROS					
COSTOS DE OPERACIÓN	$ 8.144.473,13	$ 8.551.696,79	$ 8.979.281,63	$ 9.428.245,71	$ 9.899.658,00
INTERESES SOBRE CRÉDITOS RECIBIDOS POR EL PROYECTO	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
DEPRECIACIÓN	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79
GANANCIAS NETAS GRAVABLES	$ 13.820.758,54	$ 14.700.497,66	$ 15.624.223,73	$ 16.594.136,10	$ 17.612.544,10
IMPUESTOS DIRECTOS (TASA IMPOSITIVA)	$ 4.560.850,32	$ 4.851.164,23	$ 5.155.993,83	$ 5.476.064,91	$ 5.812.139,55
VALORES DE SALVAMENTO GRAVABLES (POR VENTA DE ACTIVOS)		$ -			
IMPUESTO A LA UTILIDAD POR VENTA DE ACTIVOS					
INGRESOS NO GRAVABLES					
COSTOS DE OPERACIÓN NO DEDUCIBLES					
VALOR EN LIBROS DE ACTIVOS VENDIDOS (INGRESO NO GRAVABLE)					
GANANCIAS NETAS	$ 9.259.908,22	$ 9.849.333,43	$ 10.468.229,90	$ 11.118.071,19	$ 11.800.404,55
DEPRECIACIÓN	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79
VALOR DE SALVAMENTO (ACTIVOS NO VENDIDOS)					
INVERSIONES FINANCIERAS					
COSTOS DE INVERSIÓN					
INGRESOS POR EMISIONES DE BONOS O ACCIONES DEL PROYECTO					
DIVIDENDOS PAGADOS					
CRÉDITOS RECIBIDOS					
AMORTIZACIONES DE CRÉDITOS Y PRÉSTAMOS					
FLUJO DE FONDOS NETO	**$ 13.033.932,01**	**$ 13.623.357,22**	**$ 14.242.253,69**	**$ 14.892.094,98**	**$ 15.574.428,34**

FLUJO DE CAJA / AÑOS	16	17	18	19	20
INGRESOS DE OPERACIÓN	$ 32.850.537,18	$ 34.493.064,04	$ 36.217.717,24	$ 38.028.603,10	$ 39.930.033,26
INGRESOS FINANCIEROS					
COSTOS DE OPERACIÓN	$ 10.394.640,90	$ 10.914.372,94	$ 11.460.091,59	$ 12.033.096,17	$ 12.634.750,98
INTERESES SOBRE CRÉDITOS RECIBIDOS POR EL PROYECTO	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
DEPRECIACIÓN	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79
GANANCIAS NETAS GRAVABLES	$ 18.681.872,49	$ 19.804.667,31	$ 20.983.601,86	$ 22.221.483,14	$ 23.521.258,49
IMPUESTOS DIRECTOS (TASA IMPOSITIVA)	$ 6.165.017,92	$ 6.535.540,21	$ 6.924.588,61	$ 7.333.089,44	$ 7.762.015,30
VALORES DE SALVAMENTO GRAVABLES (POR VENTA DE ACTIVOS)					
IMPUESTO A LA UTILIDAD POR VENTA DE ACTIVOS					
INGRESOS NO GRAVABLES					
COSTOS DE OPERACIÓN NO DEDUCIBLES					
VALOR EN LIBROS DE ACTIVOS VENDIDOS (INGRESO NO GRAVABLE)					
GANANCIAS NETAS	$ 12.516.854,57	$ 13.269.127,10	$ 14.059.013,25	$ 14.888.393,71	$ 15.759.243,19
DEPRECIACIÓN	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79
VALOR DE SALVAMENTO (ACTIVOS NO VENDIDOS)					
INVERSIONES FINANCIERAS					
COSTOS DE INVERSIÓN					
INGRESOS POR EMISIONES DE BONOS O ACCIONES DEL PROYECTO					
DIVIDENDOS PAGADOS					
CRÉDITOS RECIBIDOS					
AMORTIZACIONES DE CRÉDITOS Y PRÉSTAMOS					
FLUJO DE FONDOS NETO	**$ 16.290.878,36**	**$ 17.043.150,89**	**$ 17.833.037,04**	**$ 18.662.417,50**	**$ 19.533.266,98**

FLUJO DE CAJA / AÑOS	21	22	23	24	25
INGRESOS DE OPERACIÓN	$ 41.926.534,92	$ 44.022.861,67	$ 46.224.004,75	$ 48.535.204,99	$ 50.961.965,24
INGRESOS FINANCIEROS					
COSTOS DE OPERACIÓN	$ 13.266.488,53	$ 13.929.812,95	$ 14.626.303,60	$ 15.357.618,78	$ 16.125.499,72
INTERESES SOBRE CRÉDITOS RECIBIDOS POR EL PROYECTO	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
DEPRECIACIÓN	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79
GANANCIAS NETAS GRAVABLES	$ 24.886.022,61	$ 26.319.024,93	$ 27.823.677,36	$ 29.403.562,42	$ 31.062.441,73
IMPUESTOS DIRECTOS (TASA IMPOSITIVA)	$ 8.212.387,46	$ 8.685.278,23	$ 9.181.813,53	$ 9.703.175,60	$ 10.250.605,77
VALORES DE SALVAMENTO GRAVABLES (POR VENTA DE ACTIVOS)					
IMPUESTO A LA UTILIDAD POR VENTA DE ACTIVOS					
INGRESOS NO GRAVABLES					
COSTOS DE OPERACIÓN NO DEDUCIBLES					
VALOR EN LIBROS DE ACTIVOS VENDIDOS (INGRESO NO GRAVABLE)					
GANANCIAS NETAS	$ 16.673.635,15	$ 17.633.746,70	$ 18.641.863,83	$ 19.700.386,82	$ 20.811.835,96
DEPRECIACIÓN	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79
VALOR DE SALVAMENTO (ACTIVOS NO VENDIDOS)					
INVERSIONES FINANCIERAS					
COSTOS DE INVERSIÓN					
INGRESOS POR EMISIONES DE BONOS O ACCIONES DEL PROYECTO					
DIVIDENDOS PAGADOS					
CRÉDITOS RECIBIDOS					
AMORTIZACIONES DE CRÉDITOS Y PRÉSTAMOS					
FLUJO DE FONDOS NETO	**$ 20.447.658,94**	**$ 21.407.770,49**	**$ 22.415.887,62**	**$ 23.474.410,61**	**$ 24.585.859,75**

Fuente: Autores

Con el flujo de caja desarrollado se observa el incremento de la liquidez en un 5%. Los datos obtenidos del flujo de caja son utilizados para generar los indicadores financieros que se observan en la tabla 28.

Tabla 28 Indicadores financieros

	VPN	TIR	TUR	RCB
Flujo de caja sin financiar	$ 139.500.455,35	10,52%	10,52%	2,3213

Fuente: Autores

De acuerdo con los indicadores de la tabla 28. se determina que el proyecto con un aumento de generación de energía del 5%, el VPN aumenta en $ 15’561.602 pesos, el TIR y TUR aumentan en un 0.68%, y el RCB incrementa un 0.1474 con respecto al supuesto inicial sin financiamiento. El tiempo que transcurre para recuperar la inversión es de 11 años aproximadamente.

- Situación crítica (disminución de la generación de energía del 5%).

Este escenario es probable que se presente debido a los efectos climáticos en donde la irradiación solar sea más baja en algunas temporadas del año. A continuación, se desarrolla el flujo de caja con situación crítica como se puede observar en la ilustración 54.

Ilustración 54 Flujo de caja para la situación crítica (disminución del 5%)

FLUJO DE CAJA / AÑOS	0	1	2	3	4	5
INGRESOS DE OPERACIÓN		$ 14.296.749,11	$ 15.011.586,56	$ 15.762.165,89	$ 16.550.274,18	$ 17.377.787,89
INGRESOS FINANCIEROS						
COSTOS DE OPERACIÓN		$ 5.000.000,00	$ 5.250.000,00	$ 5.512.500,00	$ 5.788.125,00	$ 6.077.531,25
INTERESES SOBRE CRÉDITOS RECIBIDOS POR EL PROYECTO		$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
DEPRECIACIÓN		$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79
GANANCIAS NETAS GRAVABLES	$ -	$ 5.522.725,32	$ 5.987.562,77	$ 6.475.642,10	$ 6.988.125,39	$ 7.526.232,85
IMPUESTOS DIRECTOS (TASA IMPOSITIVA)	$ -	$ 1.822.499,35	$ 1.975.895,71	$ 2.136.961,89	$ 2.306.081,38	$ 2.483.656,84
VALORES DE SALVAMENTO GRAVABLES (POR VENTA DE ACTIVOS)						
IMPUESTO A LA UTILIDAD POR VENTA DE ACTIVOS						
INGRESOS NO GRAVABLES						
COSTOS DE OPERACIÓN NO DEDUCIBLES						
VALOR EN LIBROS DE ACTIVOS VENDIDOS (INGRESO NO GRAVABLE)						
GANANCIAS NETAS	$ -	$ 3.700.225,96	$ 4.011.667,06	$ 4.338.680,21	$ 4.682.044,01	$ 5.042.576,01
DEPRECIACIÓN	$ -	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79
VALOR DE SALVAMENTO (ACTIVOS NO VENDIDOS)						
INVERSIONES FINANCIERAS						
COSTOS DE INVERSIÓN	$ 105.575.230,38					
INGRESOS POR EMISIONES DE BONOS O ACCIONES DEL PROYECTO						
DIVIDENDOS PAGADOS						
CRÉDITOS RECIBIDOS	$ -					
AMORTIZACIONES DE CRÉDITOS Y PRÉSTAMOS		$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
FLUJO DE FONDOS NETO	**-$ 105.575.230,38**	**$ 7.474.249,75**	**$ 7.785.690,85**	**$ 8.112.704,00**	**$ 8.456.067,80**	**$ 8.816.599,80**

FLUJO DE CAJA / AÑOS	6	7	8	9	10
INGRESOS DE OPERACIÓN	$ 18.246.677,29	$ 19.159.011,15	$ 20.116.961,71	$ 21.122.809,80	$ 22.178.950,29
INGRESOS FINANCIEROS					
COSTOS DE OPERACIÓN	$ 6.381.407,81	$ 6.700.478,20	$ 7.035.502,11	$ 7.387.277,22	$ 7.756.641,08
INTERESES SOBRE CRÉDITOS RECIBIDOS POR EL PROYECTO	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
DEPRECIACIÓN	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79
GANANCIAS NETAS GRAVABLES	$ 8.091.245,69	$ 8.684.509,16	$ 9.307.435,81	$ 9.961.508,79	$ 10.648.285,42
IMPUESTOS DIRECTOS (TASA IMPOSITIVA)	$ 2.670.111,08	$ 2.865.888,02	$ 3.071.453,82	$ 3.287.297,90	$ 3.513.934,19
VALORES DE SALVAMENTO GRAVABLES (POR VENTA DE ACTIVOS)					
IMPUESTO A LA UTILIDAD POR VENTA DE ACTIVOS					
INGRESOS NO GRAVABLES					
COSTOS DE OPERACIÓN NO DEDUCIBLES					
VALOR EN LIBROS DE ACTIVOS VENDIDOS (INGRESO NO GRAVABLE)					
GANANCIAS NETAS	$ 5.421.134,61	$ 5.818.621,14	$ 6.235.981,99	$ 6.674.210,89	$ 7.134.351,23
DEPRECIACIÓN	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79
VALOR DE SALVAMENTO (ACTIVOS NO VENDIDOS)					
INVERSIONES FINANCIERAS					
COSTOS DE INVERSIÓN					
INGRESOS POR EMISIONES DE BONOS O ACCIONES DEL PROYECTO					
DIVIDENDOS PAGADOS					
CRÉDITOS RECIBIDOS					
AMORTIZACIONES DE CRÉDITOS Y PRÉSTAMOS	$ -	$ -			
FLUJO DE FONDOS NETO	**$ 9.195.158,40**	**$ 9.592.644,93**	**$ 10.010.005,78**	**$ 10.448.234,68**	**$ 10.908.375,02**

FLUJO DE CAJA / AÑOS	11	12	13	14	15
INGRESOS DE OPERACIÓN	$ 23.287.897,80	$ 24.452.292,69	$ 25.674.907,32	$ 26.958.652,69	$ 28.306.585,32
INGRESOS FINANCIEROS					
COSTOS DE OPERACIÓN	$ 8.144.473,13	$ 8.551.696,79	$ 8.979.281,63	$ 9.428.245,71	$ 9.899.658,00
INTERESES SOBRE CRÉDITOS RECIBIDOS POR EL PROYECTO	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
DEPRECIACIÓN	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79
GANANCIAS NETAS GRAVABLES	$ 11.369.400,88	$ 12.126.572,11	$ 12.921.601,90	$ 13.756.383,19	$ 14.632.903,54
IMPUESTOS DIRECTOS (TASA IMPOSITIVA)	$ 3.751.902,29	$ 4.001.768,80	$ 4.264.128,63	$ 4.539.606,45	$ 4.828.858,17
VALORES DE SALVAMENTO GRAVABLES (POR VENTA DE ACTIVOS)		$ -			
IMPUESTO A LA UTILIDAD POR VENTA DE ACTIVOS					
INGRESOS NO GRAVABLES					
COSTOS DE OPERACIÓN NO DEDUCIBLES					
VALOR EN LIBROS DE ACTIVOS VENDIDOS (INGRESO NO GRAVABLE)					
GANANCIAS NETAS	$ 7.617.498,59	$ 8.124.803,31	$ 8.657.473,28	$ 9.216.776,74	$ 9.804.045,37
DEPRECIACIÓN	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79
VALOR DE SALVAMENTO (ACTIVOS NO VENDIDOS)					
INVERSIONES FINANCIERAS					
COSTOS DE INVERSIÓN					
INGRESOS POR EMISIONES DE BONOS O ACCIONES DEL PROYECTO					
DIVIDENDOS PAGADOS					
CRÉDITOS RECIBIDOS					
AMORTIZACIONES DE CRÉDITOS Y PRÉSTAMOS					
FLUJO DE FONDOS NETO	**$ 11.391.522,38**	**$ 11.898.827,10**	**$ 12.431.497,07**	**$ 12.990.800,53**	**$ 13.578.069,16**

FLUJO DE CAJA / AÑOS	16	17	18	19	20
INGRESOS DE OPERACIÓN	$ 29.721.914,59	$ 31.208.010,32	$ 32.768.410,84	$ 34.406.831,38	$ 36.127.172,95
INGRESOS FINANCIEROS					
COSTOS DE OPERACIÓN	$ 10.394.640,90	$ 10.914.372,94	$ 11.460.091,59	$ 12.033.096,17	$ 12.634.750,98
INTERESES SOBRE CRÉDITOS RECIBIDOS POR EL PROYECTO	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
DEPRECIACIÓN	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79
GANANCIAS NETAS GRAVABLES	$ 15.553.249,90	$ 16.519.613,59	$ 17.534.295,46	$ 18.599.711,42	$ 19.718.398,18
IMPUESTOS DIRECTOS (TASA IMPOSITIVA)	$ 5.132.572,47	$ 5.451.472,48	$ 5.786.317,50	$ 6.137.904,77	$ 6.507.071,40
VALORES DE SALVAMENTO GRAVABLES (POR VENTA DE ACTIVOS)					
IMPUESTO A LA UTILIDAD POR VENTA DE ACTIVOS					
INGRESOS NO GRAVABLES					
COSTOS DE OPERACIÓN NO DEDUCIBLES					
VALOR EN LIBROS DE ACTIVOS VENDIDOS (INGRESO NO GRAVABLE)					
GANANCIAS NETAS	$ 10.420.677,44	$ 11.068.141,10	$ 11.747.977,96	$ 12.461.806,65	$ 13.211.326,78
DEPRECIACIÓN	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79
VALOR DE SALVAMENTO (ACTIVOS NO VENDIDOS)					
INVERSIONES FINANCIERAS					
COSTOS DE INVERSIÓN					
INGRESOS POR EMISIONES DE BONOS O ACCIONES DEL PROYECTO					
DIVIDENDOS PAGADOS					
CRÉDITOS RECIBIDOS					
AMORTIZACIONES DE CRÉDITOS Y PRÉSTAMOS					
FLUJO DE FONDOS NETO	**$ 14.194.701,23**	**$ 14.842.164,89**	**$ 15.522.001,75**	**$ 16.235.830,44**	**$ 16.985.350,57**

FLUJO DE CAJA / AÑOS	21	22	23	24	25
INGRESOS DE OPERACIÓN	$ 37.933.531,59	$ 39.830.208,17	$ 41.821.718,58	$ 43.912.804,51	$ 46.108.444,74
INGRESOS FINANCIEROS					
COSTOS DE OPERACIÓN	$ 13.266.488,53	$ 13.929.812,95	$ 14.626.303,60	$ 15.357.618,78	$ 16.125.499,72
INTERESES SOBRE CRÉDITOS RECIBIDOS POR EL PROYECTO	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
DEPRECIACIÓN	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79
GANANCIAS NETAS GRAVABLES	$ 20.893.019,28	$ 22.126.371,43	$ 23.421.391,19	$ 24.781.161,94	$ 26.208.921,23
IMPUESTOS DIRECTOS (TASA IMPOSITIVA)	$ 6.894.696,36	$ 7.301.702,57	$ 7.729.059,09	$ 8.177.783,44	$ 8.648.944,01
VALORES DE SALVAMENTO GRAVABLES (POR VENTA DE ACTIVOS)					
IMPUESTO A LA UTILIDAD POR VENTA DE ACTIVOS					
INGRESOS NO GRAVABLES					
COSTOS DE OPERACIÓN NO DEDUCIBLES					
VALOR EN LIBROS DE ACTIVOS VENDIDOS (INGRESO NO GRAVABLE)					
GANANCIAS NETAS	$ 13.998.322,92	$ 14.824.668,86	$ 15.692.332,10	$ 16.603.378,50	$ 17.559.977,22
DEPRECIACIÓN	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79
VALOR DE SALVAMENTO (ACTIVOS NO VENDIDOS)					
INVERSIONES FINANCIERAS					
COSTOS DE INVERSIÓN					
INGRESOS POR EMISIONES DE BONOS O ACCIONES DEL PROYECTO					
DIVIDENDOS PAGADOS					
CRÉDITOS RECIBIDOS					
AMORTIZACIONES DE CRÉDITOS Y PRÉSTAMOS					
FLUJO DE FONDOS NETO	**$ 17.772.346,71**	**$ 18.598.692,65**	**$ 19.466.355,89**	**$ 20.377.402,29**	**$ 21.334.001,01**

Con el flujo de caja desarrollado se observa disminución de la liquidez en un 5%. Los datos obtenidos del flujo de caja son utilizados para generar los indicadores financieros que se observan en la tabla 29.

Tabla 29 Indicadores financieros

	VPN	TIR	TUR	RCB
Flujo de caja sin financiar	$ 108.377.250,77	9,12%	9,12%	2,0265

Fuente: Autores

De acuerdo con los resultados observados en la tabla 29, se observa que el proyecto con una disminución de generación de energía del 5% tiene una afectación paralela en sus indicadores, siendo así que, el VPN disminuye en $ 15'561.602 pesos, el TIR y TUR disminuyen en un 0.68%, y el RCB disminuye un 0.1474 con respecto al supuesto inicial sin financiamiento. Sin embargo, a pesar de la disminución en la generación de energía el proyecto se mantiene viable con un menor rubro de liquidez y un tiempo para recuperar la inversión de 12 años aproximadamente.

- Situación supremamente crítica (disminución de la generación de energía del 20%).

Este escenario es desarrollado con el fin de evaluar si el proyecto sigue siendo viable en condiciones supremamente críticas. En la ilustración 55, se desarrolla el flujo de caja con situación supremamente crítica.

Ilustración 55 Flujo de caja para la situación supremamente critica (disminución del 20%)

FLUJO DE CAJA / AÑOS	0	1	2	3	4	5
INGRESOS DE OPERACIÓN		$ 12.039.367,67	$ 12.641.336,05	$ 13.273.402,85	$ 13.937.073,00	$ 14.633.926,65
INGRESOS FINANCIEROS						
COSTOS DE OPERACIÓN		$ 5.000.000,00	$ 5.250.000,00	$ 5.512.500,00	$ 5.788.125,00	$ 6.077.531,25
INTERESES SOBRE CRÉDITOS RECIBIDOS POR EL PROYECTO		$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
DEPRECIACIÓN		$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79
GANANCIAS NETAS GRAVABLES	$ -	$ 3.265.343,88	$ 3.617.312,26	$ 3.986.879,07	$ 4.374.924,21	$ 4.782.371,61
IMPUESTOS DIRECTOS (TASA IMPOSITIVA)	$ -	$ 1.077.563,48	$ 1.193.713,05	$ 1.315.670,09	$ 1.443.724,99	$ 1.578.182,63
VALORES DE SALVAMENTO GRAVABLES (POR VENTA DE ACTIVOS)						
IMPUESTO A LA UTILIDAD POR VENTA DE ACTIVOS						
INGRESOS NO GRAVABLES						
COSTOS DE OPERACIÓN NO DEDUCIBLES						
VALOR EN LIBROS DE ACTIVOS VENDIDOS (INGRESO NO GRAVABLE)						
GANANCIAS NETAS	$ -	$ 2.187.780,40	$ 2.423.599,22	$ 2.671.208,97	$ 2.931.199,22	$ 3.204.188,98
DEPRECIACIÓN	$ -	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79
VALOR DE SALVAMENTO (ACTIVOS NO VENDIDOS)						
INVERSIONES FINANCIERAS						
COSTOS DE INVERSIÓN	$ 105.575.230,38					
INGRESOS POR EMISIONES DE BONOS O ACCIONES DEL PROYECTO						
DIVIDENDOS PAGADOS						
CRÉDITOS RECIBIDOS	$ -					
AMORTIZACIONES DE CRÉDITOS Y PRÉSTAMOS		$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
FLUJO DE FONDOS NETO	-$ 105.575.230,38	$ 5.961.804,19	$ 6.197.623,01	$ 6.445.232,76	$ 6.705.223,01	$ 6.978.212,77

FLUJO DE CAJA / AÑOS	6	7	8	9	10
INGRESOS DE OPERACIÓN	$ 15.365.622,98	$ 16.133.904,13	$ 16.940.599,33	$ 17.787.629,30	$ 18.677.010,77
INGRESOS FINANCIEROS					
COSTOS DE OPERACIÓN	$ 6.381.407,81	$ 6.700.478,20	$ 7.035.502,11	$ 7.387.277,22	$ 7.756.641,08
INTERESES SOBRE CRÉDITOS RECIBIDOS POR EL PROYECTO	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
DEPRECIACIÓN	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79
GANANCIAS NETAS GRAVABLES	$ 5.210.191,38	$ 5.659.402,14	$ 6.131.073,43	$ 6.626.328,29	$ 7.146.345,90
IMPUESTOS DIRECTOS (TASA IMPOSITIVA)	$ 1.719.363,15	$ 1.867.602,70	$ 2.023.254,23	$ 2.186.688,34	$ 2.358.294,15
VALORES DE SALVAMENTO GRAVABLES (POR VENTA DE ACTIVOS)					
IMPUESTO A LA UTILIDAD POR VENTA DE ACTIVOS					
INGRESOS NO GRAVABLES					
COSTOS DE OPERACIÓN NO DEDUCIBLES					
VALOR EN LIBROS DE ACTIVOS VENDIDOS (INGRESO NO GRAVABLE)					
GANANCIAS NETAS	$ 3.490.828,22	$ 3.791.799,43	$ 4.107.819,20	$ 4.439.639,96	$ 4.788.051,75
DEPRECIACIÓN	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79
VALOR DE SALVAMENTO (ACTIVOS NO VENDIDOS)					
INVERSIONES FINANCIERAS					
COSTOS DE INVERSIÓN					
INGRESOS POR EMISIONES DE BONOS O ACCIONES DEL PROYECTO					
DIVIDENDOS PAGADOS					
CRÉDITOS RECIBIDOS					
AMORTIZACIONES DE CRÉDITOS Y PRÉSTAMOS	$ -	$ -			
FLUJO DE FONDOS NETO	**$ 7.264.852,01**	**$ 7.565.823,22**	**$ 7.881.842,99**	**$ 8.213.663,75**	**$ 8.562.075,54**

FLUJO DE CAJA / AÑOS	11	12	13	14	15
INGRESOS DE OPERACIÓN	$ 19.610.861,30	$ 20.591.404,37	$ 21.620.974,59	$ 22.702.023,32	$ 23.837.124,48
INGRESOS FINANCIEROS					
COSTOS DE OPERACIÓN	$ 8.144.473,13	$ 8.551.696,79	$ 8.979.281,63	$ 9.428.245,71	$ 9.899.658,00
INTERESES SOBRE CRÉDITOS RECIBIDOS POR EL PROYECTO	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
DEPRECIACIÓN	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79
GANANCIAS NETAS GRAVABLES	$ 7.692.364,38	$ 8.265.683,79	$ 8.867.669,17	$ 9.499.753,82	$ 10.163.442,70
IMPUESTOS DIRECTOS (TASA IMPOSITIVA)	$ 2.538.480,25	$ 2.727.675,65	$ 2.926.330,83	$ 3.134.918,76	$ 3.353.936,09
VALORES DE SALVAMENTO GRAVABLES (POR VENTA DE ACTIVOS)		$ -			
IMPUESTO A LA UTILIDAD POR VENTA DE ACTIVOS					
INGRESOS NO GRAVABLES					
COSTOS DE OPERACIÓN NO DEDUCIBLES					
VALOR EN LIBROS DE ACTIVOS VENDIDOS (INGRESO NO GRAVABLE)					
GANANCIAS NETAS	$ 5.153.884,14	$ 5.538.008,14	$ 5.941.338,34	$ 6.364.835,06	$ 6.809.506,61
DEPRECIACIÓN	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79
VALOR DE SALVAMENTO (ACTIVOS NO VENDIDOS)					
INVERSIONES FINANCIERAS					
COSTOS DE INVERSIÓN					
INGRESOS POR EMISIONES DE BONOS O ACCIONES DEL PROYECTO					
DIVIDENDOS PAGADOS					
CRÉDITOS RECIBIDOS					
AMORTIZACIONES DE CRÉDITOS Y PRÉSTAMOS					
FLUJO DE FONDOS NETO	**$ 8.927.907,93**	**$ 9.312.031,93**	**$ 9.715.362,13**	**$ 10.138.858,85**	**$ 10.583.530,40**

FLUJO DE CAJA / AÑOS	16	17	18	19	20
INGRESOS DE OPERACIÓN	$ 25.028.980,71	$ 26.280.429,74	$ 27.594.451,23	$ 28.974.173,79	$ 30.422.882,48
INGRESOS FINANCIEROS					
COSTOS DE OPERACIÓN	$ 10.394.640,90	$ 10.914.372,94	$ 11.460.091,59	$ 12.033.096,17	$ 12.634.750,98
INTERESES SOBRE CRÉDITOS RECIBIDOS POR EL PROYECTO	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
DEPRECIACIÓN	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79
GANANCIAS NETAS GRAVABLES	$ 10.860.316,02	$ 11.592.033,01	$ 12.360.335,85	$ 13.167.053,83	$ 14.014.107,72
IMPUESTOS DIRECTOS (TASA IMPOSITIVA)	$ 3.583.904,29	$ 3.825.370,89	$ 4.078.910,83	$ 4.345.127,77	$ 4.624.655,55
VALORES DE SALVAMENTO GRAVABLES (POR VENTA DE ACTIVOS)					
IMPUESTO A LA UTILIDAD POR VENTA DE ACTIVOS					
INGRESOS NO GRAVABLES					
COSTOS DE OPERACIÓN NO DEDUCIBLES					
VALOR EN LIBROS DE ACTIVOS VENDIDOS (INGRESO NO GRAVABLE)					
GANANCIAS NETAS	$ 7.276.411,73	$ 7.766.662,12	$ 8.281.425,02	$ 8.821.926,07	$ 9.389.452,17
DEPRECIACIÓN	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79
VALOR DE SALVAMENTO (ACTIVOS NO VENDIDOS)					
INVERSIONES FINANCIERAS					
COSTOS DE INVERSIÓN					
INGRESOS POR EMISIONES DE BONOS O ACCIONES DEL PROYECTO					
DIVIDENDOS PAGADOS					
CRÉDITOS RECIBIDOS					
AMORTIZACIONES DE CRÉDITOS Y PRÉSTAMOS					
FLUJO DE FONDOS NETO	**$ 11.050.435,52**	**$ 11.540.685,91**	**$ 12.055.448,81**	**$ 12.595.949,86**	**$ 13.163.475,96**

FLUJO DE CAJA / AÑOS	21	22	23	24	25
INGRESOS DE OPERACIÓN	$ 31.944.026,61	$ 33.541.227,94	$ 35.218.289,33	$ 36.979.203,80	$ 38.828.163,99
INGRESOS FINANCIEROS					
COSTOS DE OPERACIÓN	$ 13.266.488,53	$ 13.929.812,95	$ 14.626.303,60	$ 15.357.618,78	$ 16.125.499,72
INTERESES SOBRE CRÉDITOS RECIBIDOS POR EL PROYECTO	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
DEPRECIACIÓN	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79
GANANCIAS NETAS GRAVABLES	$ 14.903.514,29	$ 15.837.391,20	$ 16.817.961,94	$ 17.847.561,23	$ 18.928.640,48
IMPUESTOS DIRECTOS (TASA IMPOSITIVA)	$ 4.918.159,72	$ 5.226.339,09	$ 5.549.927,44	$ 5.889.695,21	$ 6.246.451,36
VALORES DE SALVAMENTO GRAVABLES (POR VENTA DE ACTIVOS)					
IMPUESTO A LA UTILIDAD POR VENTA DE ACTIVOS					
INGRESOS NO GRAVABLES					
COSTOS DE OPERACIÓN NO DEDUCIBLES					
VALOR EN LIBROS DE ACTIVOS VENDIDOS (INGRESO NO GRAVABLE)					
GANANCIAS NETAS	$ 9.985.354,58	$ 10.611.052,10	$ 11.268.034,50	$ 11.957.866,02	$ 12.682.189,12
DEPRECIACIÓN	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79	$ 3.774.023,79
VALOR DE SALVAMENTO (ACTIVOS NO VENDIDOS)					
INVERSIONES FINANCIERAS					
COSTOS DE INVERSIÓN					
INGRESOS POR EMISIONES DE BONOS O ACCIONES DEL PROYECTO					
DIVIDENDOS PAGADOS					
CRÉDITOS RECIBIDOS					
AMORTIZACIONES DE CRÉDITOS Y PRÉSTAMOS					
FLUJO DE FONDOS NETO	**$ 13.759.378,36**	**$ 14.385.075,89**	**$ 15.042.058,29**	**$ 15.731.889,81**	**$ 16.456.212,91**

Con el flujo de caja desarrollado se observa disminución de la liquidez en un 20%. Los datos obtenidos del flujo de caja son utilizados para generar los indicadores financieros que se observan en la tabla 30.

Tabla 30 Indicadores financieros

	VPN	TIR	TUR	RCB
Flujo de caja sin financiar	$ 61.692.443,89	6,79%	6,79%	1,5843

Fuente: Autores

De acuerdo con los indicadores de la tabla 30. se determina que el proyecto con una disminución de generación de energía del 20%, el VPN disminuye en $ 62’246.409 pesos, el TIR y TUR disminuyen en un 3.04%, y el RCB disminuye un 0.5896 con respecto al supuesto inicial sin financiamiento.

Se puede concluir que aún con un escenario supremamente crítico, los indicadores financieros demuestran que el proyecto sigue siendo viable. Sin embargo, el tiempo en el cual retorna la inversión será alrededor de 14 años, lo que implica una espera mayor.

6.9 ALTERNATIVAS FINANCIERAS

6.9.1 REDUCCIÓN DE LA RENTA AL 50% POR 5 AÑOS.

Como fomento a la investigación, desarrollo e inversión en el ámbito de la producción y utilización de energía a partir de FNCE, la gestión eficiente de la energía, los obligados a declarar renta que realicen directamente inversiones en este sentido, tendrán derecho a reducir anualmente de su renta, por los 5 años siguientes al año gravable en que hayan realizado la inversión, el cincuenta por ciento (50%) del valor total de la inversión realizada. El valor a deducir por este concepto, en ningún caso podrá ser superior al 50% de la renta líquida del contribuyente determinado antes de restar el valor de la inversión. Para los efectos de la obtención del presente beneficio tributario, la inversión causante del mismo deberá obtener la certificación de beneficio ambiental por el Ministerio de Ambiente y ser debidamente certificada como tal por el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, en concordancia con lo establecido en el artículo 158-2 del Estatuto Tributario. (Ley1715, 2014)

6.9.2 EXENCIÓN DEL IVA PARA EQUIPOS Y SERVICIOS DESTINADOS AL DESARROLLO DE FNCE.

Para fomentar el uso de la energía procedente de FNCE, los equipos, elementos, maquinaria y servicios nacionales o importados que se destinen a la pre inversión e inversión, para la producción y utilización de energía a partir de las fuentes no convencionales, así como para la medición y evaluación de los potenciales recursos estarán excluidos de IVA. Para tal efecto, el Ministerio de Medio Ambiente certificará los equipos y servicios excluidos del gravamen, con base en una lista expedida por la UPME. (Ley1715, 2014)

6.9.3 EXENCIÓN DE LOS DERECHOS ARANCELARIOS.

Las personas naturales o jurídicas que a partir de la vigencia de la presente ley sean titulares de nuevas inversiones en nuevos proyectos de FNCE gozarán de exención del pago de los Derechos Arancelarios de Importación de maquinaria, equipos, materiales e insumos destinados exclusivamente para labores de pre inversión y de inversión de proyectos con dichas fuentes. Este beneficio arancelario será aplicable y recaerá sobre maquinaria, equipos, materiales e insumos que no sean producidos por la industria nacional y su único medio de adquisición esté sujeto a la importación de los mismos. La exención del pago de los Derechos Arancelarios a que se refiere el inciso anterior se aplicará a proyectos de generación FNCE y deberá ser solicitada a la DIAN en un mínimo de 15 días hábiles antes de la importación de la maquinaria, equipos, materiales e insumos necesarios y destinados exclusivamente a desarrollar los proyectos de energías renovables, de conformidad con la documentación del proyecto avalada en la certificación emitida por el Ministerio de Minas y Energía o la entidad que este faculte para este fin. (Ley1715, 2014)

6.9.4 DEPRECIACIÓN ACELERADA DE EQUIPOS DESTINADOS A FNCE

La actividad de generación a partir de FNCE, gozará del régimen de depreciación acelerada. La depreciación acelerada será aplicable a las maquinaras, equipos y obras civiles necesarias para la pre inversión, inversión y operación de la generación con FNCE,

que sean adquiridos y/o construidos, exclusivamente para ese fin, a partir de la vigencia de la presente 1ey. Para estos efectos, la tasa anual de depreciación será no mayor de veinte por ciento (20%) como tasa global anual. La tasa podrá ser variada anualmente por el titular del proyecto, previa comunicación a la DIAN, sin exceder el límite señalado en este artículo, excepto en los casos en que la ley autorice porcentajes globales mayores. (Ley1715, 2014)

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El sistema fotovoltaico On-grid propuesto, posee características favorables ya que dentro de su configuración no requiere de un banco de baterías; Por tanto, se reduce la generación de residuos peligrosos. Así mismo, contribuye con el cuidado de los recursos naturales ya que el exceso de energía generado por el sistema puede ser inyectado al sistema eléctrico del operador de red.
- La proyección estimada por la implementación del proyecto permite establecer una reducción de 456,84 Toneladas de CO2, lo cual equivaldría a tener 2741 árboles adultos plantados por año.
- El estudio financiero reflejó que el mejor escenario es implementar el proyecto sin financiamiento debido a que su valor presente neto es mucho mayor con respecto a los otros, su tasa de retorno de la inversión y su tasa única de retorno son mayores a la tasa de oportunidad del conjunto y la relación costo beneficio es mayo a 1. Adicionalmente, el retorno de la inversión es en 11 años aproximadamente, siendo el menor tiempo posible con respecto a las otras propuestas. Sin embargo, la capacidad y necesidad del inversionista son factores importantes al momento de elegir al mejor escenario.
- Los grados de apalancamiento financieros del 50% y 75% dan como resultado un flujo de caja negativo para los primeros 7 años del proyecto los cuales son causa del pago de la deuda bancaria, sin embargo, se puede concluir que los ingresos que genera el sistema fotovoltaico, son suficientes para recuperar esta inversión en los años 16 y 18, con un flujo positivo de 173 millones y 140 millones respectivamente.
- Este proyecto contribuirá al bienestar colectivo de los residentes del Conjunto. La implementación del proyecto permitirá disminuir el costo de la facturación de las zonas comunes y a mediano plazo reinvertir en proyectos como la actualización de cámaras de seguridad, crear espacios dedicados a las mascotas, gimnasio y zonas recreativas para los niños.
- El mejoramiento continuo hace parte del ciclo de vida de cualquier proyecto. Por tal razón, se recomienda realizar control y seguimiento detallado en caso de

implementación, con el propósito de documentar lecciones aprendidas que puedan surgir durante la ejecución y puesta en marcha.

- Se recomienda replicar el proyecto en las 16 torres restantes, para suplir el total de demanda de energía, y adicionalmente generar excedentes de energía que pueden ser vendidos al operador de red en pro de crear un mercado objetivo sustentable a futuro.

8. REFERENCIAS

Agency, i. E. (2014). *Technology roadmap solar photovoltaic energy*. Obtenido de http://www.oregonrenewables.com/publications/reports/iea_technologyroadmapsolarphotovoltaicenergy_2014.pdf

Aristizabal gonzalez, s., & arbelaez salgado, s. (2013). *Configuración de la cadena de suministro para la comercialización de sistemas de energía fotovoltaicos en colombia*. Obtenido de https://repository.eia.edu.co/bitstream/handle/11190/319/aristizabalsebastian_2013_configuraci%f3ncadenasuministro.pdf;jsessionid=cdb83a0c3e4e40d9320cf01e4039af48?sequence=7

Aristizábal, a., dyner, i., & paez, c. (2014). Generación distribuida de energía eléctrica mediante energía solar. *Energía sostenible en colombia: retos y beneficios de su implementación*, 127-133.

Autosolar. (2018). *Ejemplo de cálculo del número de paneles fotovoltaicos necesarios para una vivienda en valencia*. Obtenido de https://autosolar.es/blog/placas-fotovoltaicas/ejemplo-de-calculo-del-numero-de-paneles-fotovoltaicos-necesarios-para-una-vivienda-en-valencia#:~:text=n%c2%ba%20de%20paneles%20%3d%20consumo%20diario%2f%20(potencia%20panel%20x%20hsp)&text=este%20valor%20se

Barberá santos, d. (s.f.). *Introducción a la energía fotovoltaica*. Obtenido de http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/70271/fichero/02+introducci%c3%93n+a+la+energ%c3%8da+fotovoltaica%252fintroducci%c3%b3n+a+la+energ%c3%ada+fotovoltaica.pdf

Barbosa urbano, j., mayorga betancourt, m., santamaría sáenz, w., & garcía reyes, d. (2014). Iluminación con energía solarfotovoltaica para autoservicios en bogotá. *Revista ingenio magno*, 81-94.

Beltrán moreno, j., & manrique ramírez, p. (septiembre de 2019). *Estudio correlacional entre la energía eléctrica convencional y la energía solar fotovoltaica en hogares Residenciales de la ciudad de bogotá*. Obtenido de https://repository.ean.edu.co/bitstream/handle/10882/9696/manriquepaula2019?sequence=1&isallowed=y

Codensa. (enero de 2021). *Tarifa de energía electrica ($/kwh) reguladas por la creg*. Obtenido de https://www.enel.com.co/content/dam/enel-co/espa%c3%b1ol/personas/1-17-1/2021/tarifario-enero-2021.pdf

Companiademarketing. (s.f.). *Estudios de mercado: ¿qué tipos hay?* Obtenido de https://companiademarketing.com/estudios-de-mercado/

Creg. (2017). *Resolución creg 121 de 2017* . Obtenido de https://diario-oficial.vlex.com.co/vid/resolucion-numero-121-2017-693434977

Creg. (2018). *Creg 030 de 2018*. Obtenido de http://apolo.creg.gov.co/publicac.nsf/1c09d18d2d5ffb5b05256eee00709c02/83b41035c2c4474f05258243005a1191

Dane. (2007). *Vivienda, hogares y personas, según localidad*. Obtenido de https://www.dane.gov.co/index.php/esp/estadisticas-sociales/pobreza/159-noticias

Energie. (2004). *Estación de radiación* . Obtenido de atlas de radiación solar en colombia: https://www.energie.ws/datos-radiacion-solar-colombia-atla

Enredandoproyectos. (2019). *Los recursos y el equipo de proyecto*. Obtenido de https://enredandoproyectos.com/los-recursos-y-el-equipo-de-proyecto/#:~:text=un%20recurso%20es%20todo%20lo,necesario%20para%20completar%20el%20proyecto.

Entrepreneur. (2017). *¿panel solar? Antes de comprarlo checa estos 5 tips*. Obtenido de https://www.entrepreneur.com/article/304382

Estévez acuña, j. C., & ortíz villarreal, j. F. (2018). Identificación de los factores críticos para la implementación de sistemas solares fotovoltaicos en colombia. *Dinámica ambiental*.

Fedesarrollo. (2013). *Análisis de la situación energética de bogotá y cundinamarca*. Obtenido de https://www.repository.fedesarrollo.org.co/bitstream/handle/11445/369/repor_julio_2013_%20martinez_et_al.pdf?sequence=1&isallowed=y

Funcionpublica. (1996). *Ley 286 de 1996*. Obtenido de https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=354

Funcionpublica. (2001). *Ley 693 de 2001*. Obtenido de https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=19114

Funcionpublica. (2003). *Decreto 3683 de 2003*. Obtenido de https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=11032

Funcionpublica. (2014). *Decreto 2492 de 2014*. Obtenido de https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=60174

Funcionpublica. (2015). *Decreto 2143 de 2015*. Obtenido de https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=64682

Hernández, j., sáenz, e., & vallejo, w. (2010). Estudio del recurso solar en la ciudad de bogotá para el diseño de sistemas fotovoltaicos interconectados Residenciales. *Revista colombiana de física*.

Hgingenieria. (s.f.). *¿cómo hacer un correcto mantenimiento al sistema solar fotovoltaico?* Obtenido de https://www.hgingenieria.com.co/como-hacer-un-correcto-mantenimiento-al-sistema-solar-fotovoltaico/#:~:text=el%20polvo%20o%20cualquier%20agente,panel%20de%20la%20suciedad%20acumulada.

Iea. (2019). *Renovables 2019*. Obtenido de an{alisis de mercado y pronóstico 2019-2024: https://www.iea.org/reports/renewables-2019#overview

Ieo. (07 de septiembre de 2017). *International energy outlook 2017*. Obtenido de https://www.eia.gov/outlooks/ieo/pdf/0484(2017).pdf

Industrial, b. (s.f.). *Baterias (banco de baterias) imagen*. Obtenido de https://www.boletinindustrial.com/producto-imagen.aspx?pid=83156

Infante, c. (2010). *Guía para la presentación de proyectos de investigación.* Bogotá, colombia: universidad nacional de colombia.

Iso. (2010). *Iso 26000 de 2010*. Obtenido de https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:26000:ed-1:v1:es

Iso. (2015). *Iso 14001:2015*. Obtenido de https://www.nueva-iso-14001.com/pdfs/fdis-14001.pdf

Lamigueiro, o. P. (2018). *Energía solar fotovoltaica.* España: creative commons.

Ley1715. (2014). *Ley1715 de 2014*. Obtenido de http://www.fedebiocombustibles.com/files/1715.pdf

Minambiente. (2016). *El acuerdo de parís*. Obtenido de https://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/colombia_hacia_la_cop21/el_acuerdo_de_paris_frente_a_cambio_climatico.pdf

Minambiente. (2016). *Resolución ministerio de ambiente 1283 de 2016* . Obtenido de http://www.andi.com.co/uploads/documento%20tecnico%2022%20de%20agosto%20modificacion%201283%20de%202016%20para%20publicacion.pdf

Minambiente. (2021). *Protocolo de kioto*. Obtenido de https://www.minambiente.gov.co/index.php/convencion-marco-de-naciones-unidas-para-el-cambio-climatico-cmnucc/protocolo-de-kioto#:~:text=este%20protocolo%20compromete%20a%20los,a%20los%20pa%c3%adses%20a%20hacerlo.

Minminas. (2010). *Resolución 18-019 de 2010*. Obtenido de https://www1.upme.gov.co/demandaenergetica/marconormatividad/919.pdf

Minminas. (2014). *Ley 1715 de 2014*. Obtenido de https://www.minenergia.gov.co/energias-renovables-no-convencionales

Minminas. (2015). *Resolución upme 281 de 2015*. Obtenido de https://www.minenergia.gov.co/documents/10180/18995913/res_281.pdf/6077cb6c-dabc-43fc-8403-cb1c5e832b37

Minminas. (2016). *Resolución upme 029 de 2016* . Obtenido de http://apolo.creg.gov.co/publicac.nsf/1c09d-18d2d5ffb5b05256eee00709c02/11d218ae3d892c1605257f70004ed535?opendocument

Minminas. (2016). *Resolución upme 045 de 2016*. Obtenido de https://www.incp.org.co/site/2016/info/archivos/resolucion-045-minminas.pdf

Minminas. (2016). *Resolución upme 143 de 2016* . Obtenido de http://www.siel.gov.co/siel/documentos/documentacion/generacion/143_2016.pdf

Minminas. (2017). *Decreto 348 de 2017*. Obtenido de https://dapre.presidencia.gov.co/normativa/normativa/decreto%20348%20del%201%20de%20marzo%20de%202017.pdf

Muñoz, á. V. (2019). *Evolución de la generación de energía solar fotovoltaica en colombia*. Obtenido de https://repository.usc.edu.co/bitstream/handle/20.500.12421/2781/evoluci%d3n%20de%20la%20generaci%d3n.pdf;jsessionid=ccbd60851e97bf9b7bf207435d78bc26?sequence=1

Murillo abello, j. (2020). *Diseño de un prototipo de un sistema de aprovechamiento de energía fotovoltaica para el abastecimiento energetico a dispositivos móviles, en la universidad el bosque, sede bogotá*. Obtenido de https://repositorio.unbosque.edu.co/bitstream/handle/20.500.12495/4044/murillo_abello_jeferson_2020.pdf?sequence=17&isallowed=y

Ntc2050. (1998). *Norma técnica colombiana*. Obtenido de https://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/ntc%2020500.pdf

Ortiz reina, m., & jiménez valenzuela, v. A. (2016). *Análisis de conveniencia para la implementación de un sistema solar fotovoltaico en el edificio del ministerio de ambiente y desarrollo sostenible ubicado en la ciudad bogotá dc.* Bogotá: universidad distrital francisco josé de caldas.

Ossenbach sauter, m., coto chinchilla, o., & guillén grillo, s. (2010). *Guía para el desarrollo de proyectos de energía renovable en el salvador*. Obtenido de https://isbn.cloud/9789968651028/guia-para-el-desarrollo-de-proyectos-de-energia-renovable-en-el-salvador/

Pampagrass. (2010). *Guía para el desarrollo de proyectos de energía renovable en guatemala*. Obtenido de https://areca.bcie.org/fileadmin/areca/espanol/archivos/informacion-sector-energetico/guias/1319381156.pdf

Perpiñán lamigueiro, o. (2020). *Energía solar fotovoltaica.* Creative commons.

Questionpro. (s.f.). *Cómo medir la satisfacción del cliente*. Obtenido de https://www.questionpro.com/blog/es/como-medir-la-satisfaccion-del-

cliente/#:~:text=medir%20la%20satisfacci%c3%b3n%20del%20cliente%20es%20un%20proceso%20que%20las,y%20fidelizaci%c3%b3n%20a%20la%20marca.

Ren21. (2015). *Renewables 2015 global status report*. Obtenido de https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/gsr2015_full-report_english.pdf

Ren21. (2017). *Renewables 2017 global status report*. Obtenido de https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/gsr2017_full-report_english.pdf

Researchgate. (2016). *Diseño y simulación de un sistema de generación fotovoltaica para una cocina de inducción*. Obtenido de https://www.researchgate.net/figure/figura-6-inversor-dc-ac-y-filtro-lc_fig16_312971590

Retie. (2013). *Reglamento técnico de instalaciones eléctricas*. Obtenido de https://www.minenergia.gov.co/documents/10180/1179442/anexo+general+del+retie+vigente+actualizado+a+2015-1.pdf/57874c58-e61e-4104-8b8c-b64dbabedb13

Robles algarin , c., & rodríguez álvarez , o. (30 de 04 de 2018). *Un panorama de las energías renovables en el mundo, latinoamérica y colombia*.

Salamanca ávila, s. (2017). Propuesta de diseño de un sistema de energía solar fotovoltaica. Caso de aplicación en la ciudad de bogotá. *Revista científica*, 263-277.

Schallenberg rodríguez, j., piernavieja izquierdo, g., hernández rodríguez, c., unamunzaga falcón, p., garcía déniz, r., díaztorres, m., . . . Subiela ortin, v. (2008). *Energías renovables y eficiencia energética*. Obtenido de https://www.cienciacanaria.es/files/libro-de-energias-renovables-y-eficiencia-energetica.pdf

Scrd. (2021). *Bogotá y sus localidades*. Obtenido de secretaría de cultura, recreación y deportes.: https://www.culturarecreacionydeporte.gov.co/es/bogotanitos/bogodatos/bogota-y-sus-localidades

Sda. (2013). *Instructivo diligenciamiento de la matriz de identificación de aspectos y valoración de impactos ambientales*. Obtenido de http://ambientebogota.gov.co/documents/10157/2426046/instructivo_matriz_eia.pdf

Sdht. (1993). *Ley 99 de 1993*. Obtenido de https://www.habitatbogota.gov.co/transparencia/normatividad/normatividad/ley-99-1993#:~:text=descripci%c3%b3n%3a,y%20se%20dictan%20otras%20disposiciones.

Sdht. (1994). *Ley 142 de 1994*. Obtenido de https://www.habitatbogota.gov.co/transparencia/normatividad/normatividad/ley-142-1994

Sdht. (2001). *Ley 697 de 2001*. Obtenido de https://www.habitatbogota.gov.co/transparencia/normatividad/normatividad/ley-697-2001#:~:text=descripci%c3%b3n%3a,marco%20legal%20de%20la%20entidad.

Sdp. (diciembre de 2014). *Caracterización socioeconómica encuesta sisbén iii*. Obtenido de secretaría distrital de planeación: http://www.sdp.gov.co/sites/default/files/caracterizacion_sisben-04032015.pdf

Sdp. (2020). *Informe de resultados sobre los indicadores de consumo de agua y energía eléctrica en bogotá 2012 - 2019*. Obtenido de secretaría de planeación: http://www.sdp.gov.co/sites/default/files/informe_final_agua_y_energia-ajustebandera.pdf

Se4all. (2014). *Sustainable energy for all*. Obtenido de https://www.seforall.org/sites/default/files/se4all_2014_annual_report_final_0.pdf

Selectra. (2021). *¿cuánto co2 absorbe un árbol?* Obtenido de https://climate.selectra.com/es/actualidades/co2-

arbol#:~:text=esto%20var%c3%ada%20mucho%20en%20funci%c3%b3n,a%c3%b1o%20para%206%20%c3%a1rboles%20maduros.

Semana. (24 de abril de 2018). Obtenido de https://www.semana.com/contenidos-editoriales/la-nueva-era-de-las-renovables/articulo/codensa-y-el-proyecto-de-energia-solar-mas-grande-de-bogota/564829/

Semana. (24 de abril de 2018). *Codensa lidera el proyecto de energía solar más grande de bogotá*. Obtenido de https://www.semana.com/contenidos-editoriales/la-nueva-era-de-las-renovables/articulo/codensa-y-el-proyecto-de-energia-solar-mas-grande-de-bogota/564829/

Smartdraw. (s.f.). *Símbolos de diagramas de flujo*. Obtenido de https://www.smartdraw.com/flowchart/simbolos-de-diagramas-de-flujo.htm

Teamwork. (17 de diciembre de 2020). *Una guía rápida para la ejecución de proyectos*. Obtenido de https://www.teamwork.com/es/blog/project-execution/

Ud. (2015). *Características*. Obtenido de universidad distrital francisco josé de caldas: https://www1.udistrital.edu.co/universidad/colombia/bogota/caracteristicas/

United nation. (2013). *Keynote address at the sustainable energy for all ministerial panel, abu dhabi international renewable energy conference*. Obtenido de https://www.un.org/development/desa/statements/mr-wu/2013/01/sustainable-energy-for-all-2.html

Upme. (2015). *Integración de las energías renovables no convencionales en colombia*. Obtenido de http://www1.upme.gov.co/demandaenergetica/integracion_energias_renovanles_web.pdf

Upme. (2017). *Resolución 585 upme de 2017* . Obtenido de http://www1.upme.gov.co/normatividad/585_2017.pdf

Upme. (2020). *Plan energético nacional 2020-2050*. Obtenido de https://www1.upme.gov.co/demandaenergetica/pen_2020_2050/plan_energetico_nacional_2020_2050.pdf

Ustadistancia. (s.f.). *Tamaño del proyecto*. Obtenido de http://soda.ustadistancia.edu.co/enlinea/proyecto%20de%20grado%20fase%20i%20%28segundo%20momento%29/tamao_del_proyecto.html#:~:text=el%20tama%c3%b1o%20del%20proyecto%2c%20expresa,un%20per%c3%adodo%20de%20tiempo%20determinado.

Velasco muñoz, á., & salazar calvache, ó. (2019). *Evolución de la generación de energía solar fotovoltaica en colombia*. Obtenido de https://repository.usc.edu.co/bitstream/handle/20.500.12421/2781/evoluci%c3%93n%20de%20la%20generaci%c3%93n.pdf?sequence=1&isallowed=y#:~:text=aunque%20el%20aprovechamiento%20de%20la,70%20las%20universidad%20de%20santander%2c

Villarreal peñaloza, d. G., & martínez garcía, m. A. (2020). *Sistema fotovoltaico ongrid para colegio pedro fermín de vargas en cepitá, santander.* . Obtenido de http://repositorio.uts.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/3167/r-dc-95-dgvp-mamg.pdf?sequence=1&isallowed=y

Vistrónica. (s.f.). *Regulador controlador pwm de carga solar 30a kw1230 para batería*. Obtenido de https://www.vistronica.com/fuente-de-voltaje/adaptadores/regulador-controlador-pwm-de-carga-solar-30a-kw1230-para-bateria--detail.html?gmc_currency=1&gclid=eaiaiqobchmi5a6y6_wr8qivflbich3toqn7eaqybsabegihwpd_bwe

Xm. (2020). *En colombia factor de emisión de co2 por generación eléctrica del sistema interconectado: 164.38 gramos de co2 por kilovatio hora*. Obtenido de https://www.xm.com.co/paginas/detalle-noticias.aspx?identificador=2383

9. ANEXOS

9.1 MATRIZ DE OPERACIONALIDAD DE VARIABLES

9.1.1 FACTOR TENDENCIA

Las preguntas elaboradas en este apartado están enfocadas a descubrir si los habitantes del Conjunto tienen una inclinación elevada por el desarrollo de proyectos de energía sostenible (fotovoltaica). (Ver ilustración 56)

Ilustración 56 Factor Tendencia

PREGUNTA	PARA QUE?	RESUMEN
Estaría dispuesto a implementar un sistema de energía fotovoltaico ?	Ver la disposición que tienen los residentes frente a este tipo de proyectos.	El proyecto propuesto tiene como eje central, la aplicabilidad de sistemas fotovoltaicos. Es decir, que según los resultados del 100% a favor, tiene una muy alta aceptación por parte de los residentes del conjunto.
Que tan comprometido se siente con el medio ambiente para ayudar a disminuir el calentamiento global?	poder validar si la parte ambiental puede llegar a ser un plus atractivo del proyecto .	La implementación del sistema fotovoltaico podría disminuir las emisiones de CO2 en un 457 Tm/año, que representa una cantidad sembrada de árboles adultos de 2741/año. Lo anterior puede ser un atractivo para el 58,3% de residentes interesados en contribuir al medio ambiente.
Cree usted que la implementación de un sistema fotovoltaico en la construcción de los conjuntos impulsaria las ventas?	Evaluar si es posible extender y/o replicar proyectos en otros conjuntos y o constructoras partiendo de la visión conjunta de los encuestados	En la actualidad, la sostenibilidad ambiental se ha potencializado debido a los efectos negativos que ha causado el hombre. Por tanto la tendencia, con los años es hacer todo lo posible por contribuir a la mejora del ambiente; y este proyecto lo ofrece a ese 87,5% que se encuentra a favor.
si tuviera la oportunidad de tener un sistema de energia alterno, por cual optaria?	dentro de una lista elegible de sistemas de abastecimiento energético, se pretende conocer cual es el más optado.	El proyecto propuesto tiene la capacidad de utilizar la radiación del sol para producir energía a través de los paneles fotovoltaicos, lo que estaría acorde a la preferencia del 100% de los residentes a favor.
Esta satisfecho con el servicio de energía tradicional?	Evaluar que tanta aceptabilidad tiene frente a un cambio	De acuerdo a los resultados de la encuesta, una minoria del 25% es susceptible a un cambio como el que se propone. Sin embargo, los beneficos que ofrece el proyecto tales como, reducción del costo de la factura, ingresos para reinvertir a mediano plazo, posibilidad de negocio sostenible, beneficios tributarios, podrí ser persuasivo para generarse un cambio en el 75% de muestra que se encuentra satisfecho con el servicio de energía tradicional.

Fuente: Autores

9.1.2 FACTOR PRODUCTO

En este factor se quiere reconocer que atributos del producto son más atractivos para los habitantes del Conjunto Residencial. (Ver Ilustración 57 y 58)

Ilustración 57 1era Parte Factor Producto

PREGUNTA	PARA QUE?	RESUMEN
conoce un panel solar?	Saber si reconoce fisicamente el equipo.	La selección de un equipo fisicamente reconocible a los ojos de los residentes, permite un mayor grado de aceptación por ese 87,5% que afirma a la pregunta. Por tanto, se escogió un diseño acorde.
Sabe usted como funciona un panel solar?	Saber si reconoce los atributos físicos que hacen funcionar el equipo.	Existe una amplia variedad de paneles solares que cumplen con la misma función de generar energía. Sin embargo, los equipos incluidos en la propuesta poseen atributos que el 66,7% según encuestados distingue.
Sabe si su mantemiento es complicado?	Se desea conocer si los residentes saben sobre la facilidad de llevar estos mantenimientos preventivos.	De acuerdo con el estudio de mercado, el 87,5% de los residentes no tienen conocimiento sobre como llevar a cabo estos mantenimientos, esto podría ser un plus atractivo del proyecto cuando conozcan la manera sencilla de realizar estos mantenimientos preventivos.
Considera de alguna manera que la instalacion de un sistema de energia solar es riesgoso para la continuidad electrica?	Se desea conocer si los residentes conocen sobre los riesgos que que podría llegar a existir con la implementación del sistema.	El 87,5% de los residentes consideran que son mas las bondades que los riesgos del implementar este tipo de sistemas en sus unidades residenciales.
Cree que la energía solar es una solución a la escasez energética?	Con esta pregunta se quiere conocer si los residentes saben sobre los razonamientos energéticos que han existido en Colombia, y si estos sistemas pueden ayudar a mitigar estos razonamientos energéticos.	El 91,7% de los encuestados estan de acuerdo con que los sistemas fotovoltaicos son una forma de mitigar los razonamientos energéticos en Colombia.
Considera que los paneles fotovoltaicos ocupan mucho espacio?	Con esta pregunta se desea conocer si los residentes conocen las dimensiones de este producto, ya que una normalmente ocupan mucho espacio, dependiendo de la cantidad de energía a suplir.	El 54,2% de los encuestados no saben sobre las características espaciales del producto, sin embargo, con respecto al grupo que si las conocen esta muy pareja la respuesta.

Fuente: Autores

Ilustración 58 2da parte factor producto

PREGUNTA	PARA QUE?	RESUMEN
Le gustaria que los paneles fotovoltaicos sean de fácil acceso para lavar?	Se desea que la ubicación de estos paneles esten de forma accesible para que el personal competente pueda realizar el lavado de estos paneles.	El 91,7% de la encuesta considera que la ubicación de los paneles debe de tener un facil acceso para realizar el lavado como parte de los mantenimientos preventivos del sistema.
Le gustaria que los componentes del sistema fotovoltaico sean amigables con el medio ambiente?	Se desea conocer la preferencia de los residentes con respecto al desarrollo sostenible.	Los equipos utilizados para la propuesta viene de empresas certificadas en ISO:14001, lo que garantiza el compromiso ambiental de su producción, y coincidiendo con los resultados de los encuestados que en su totalidad desean que los equipos sean amigables con el medio ambiente
Cuanto tiempo considera que el sistema fotovoltaico debe perdurar?	Saber los que los residentes esperar en temas de calidad de producto	El 41,7% de los encuestadoos considera que el proyecto debería de durar 21 años o mas, y esto es cierto ya que la inversión inicial es elevada.
Le gustaria precisar un diseño de sistema de energia fotvoltaica para su domicilio?	Se desea conocer la recepción de los residentes con respecto al implementar el sistema solar fotovoltaico.	El 91,7% aceptaría un diseño de un sistema solar fotovoltaico, con claras intenciones de ejecutarlo en un futuro, esto garantizará el éxito del proyecto futuro.
Que tan importantes es la calidad del servicio o producto?. Califique de 1 a 5, siendo 1 el valor más bajo y 5 el más alto	Se desea saber la calidad que requiere los residentes a la hora de escoger sus productos.	El 75% de los encuestados considera que la calidad prima sobre el precio, ya que garantizará una mayor vida útil del proyecto. La propuesta esta proyectado con una vidad util del sistema de 25 años.
Que tan importantes es para usted el servicio post venta?. Califique de 1 a 5, siendo 1 el valor más bajo y 5 el más alto	Saber si el servicio post venta es un factor influyente dentro del atributo del producto.	El 70,8% considera altamente importante el servicio post venta y el analisis a tráves del diagrama radar manifiesta que ese componente es altamente valorado en la competencia.
Piensa usted que la inversión de un sistema fotovoltaico ayudara a su economia personal?	Saber si el precio es un factor influyente dentro del atributo del producto.	El proyecto asegura un ahorro estimado de $1'254.101 por mes, lo que favorece al 91,7% de encuestados que afirmaron que el proyecto si ayudaria a la economia personal.

Fuente: Autores

9.1.3 FACTOR OFERTA DE PRODUCTO

En este factor se busca conocer información de la competencia a través de la perspectiva de las personas, a quienes va dirigido el proyecto. (ver Ilustración 59)

Ilustración 59 Factor Oferta de producto

PREGUNTA	PARA QUE?	RESUMEN
Ha escuchado de alguna empresa Colombiana que venda paneles solares?	Saber si existe competencia para nuestra propuesta a nivel nacional .	A través de un diagrama radar se resalta las fortalezas y debilidades de cada una de las empresas consideradas competencia, con el fin de volver la debilidad colectiva de los demás una fortaleza para nosotros. Los aspectos identificados como oportunidad son precios y canales de distribución.
Sabe usted si hay empresas nacionales que hagan propuestas para la implementación de sistemas solares?	Saber si existe competencia para nuestra propuesta a nivel nacional .	
Ha escuchado de alguna empresa extranjera que venda paneles solares en Colombia?	Saber si existe competencia para nuestra propuesta a nivel internacional.	
Ha escuchado de alguna empresa extranjera que haya implementado sistemas de energia solare en Colombia?	Saber si existe competencia para nuestra propuesta a nivel internacional.	
ha escuchado de proyectos solares implementados en el país?	Que empresas tienen un reconociemiento mayor por proyectos implementados	
Que empresa considera que tiene mejores productos?	saber que productos maneja la competencia	
Considera que hay suficiente variedad de productos fotovoltaicos en el mercado?	Conocer que tanta oferta hay desde la perspectiva de los residentes	
Considera que hay suficientes empresas diseñando sistemas fotovoltaicos en el mercado?	Conocer competencia que haga diseños fotovoltaicos	
Que empresa considera que hace mejores diseños de sistemas fotovoltaicos?	Conocer de la competencia quienes son más reconocidos por sus productos	

Fuente: Autores

9.1.4 FACTOR DEMANDA

Este factor busca conocer como suplen actualmente los requerimientos energéticos dentro del Conjunto. (Ver Ilustración 60)

Ilustración 60 Factor Demanda

PREGUNTA	PARA QUE?	RESUMEN
¿Cuánto se paga por el consumo de energía en áreas comunes?	Establecer un rango de costo, que permite tener un punto de partida para poder ofertar el proyecto de acuerdo a esos rangos.	El 77,5% de los encuestados manifiesta que por zonas comunes se paga un valor de más de $3'000.000 mensual. Para lo cual se propone mediante el proyecto un ahorro de $1'254.101 por mes y 3 escenarios para financiar la propuesta.
¿considera usted que pagan mucho por el servicio de energía en zonas comunes?	Conocer si existe una alta demanda de energía	El proyecto inicialmente fue pensado en suplir el 100% de la energía. Sin embargo, se propuso dentro del desarrollo crear un modelo tipo, el cual estará ubicado en el techo de una torre con capacidad de suplir el 33% de la demanda, adicionalmente a futuro, se podría pensar en replicar el proyecto con el fin de crear un mercado objetivo a largo plazo.
La energía en zonas comunes es requerida las 24 horas?	Identificar la necesidad que se tiene frente al consumo de energía	El sistema al ser On-grid no permite almacenamiento de energía. Por tal razón se propone vender los excedentes al operador de red. La propuesta permite el funcionamiento de la energía del operador de red y la que generemos con el sistema solar lo que satisface la demanda y perspectiva del 95,8% que indica la necesidad de energía las 24 horas en zonas comunes.
¿sabe usted cómo el país genera energía?	Para poder saber como abordar a los residente con relación al proyecto, dependiendo sus respuestas.	El 62,5% identifica que con agua lo cual hace más facil exponer las condiciones actuales relacionadas al cambio climatico y como se puede generar energía a partir del sol.
¿sabe usted que porcentaje representa la generación de energía solar en Colombia?	Conscientizar del alto impacto que existe la trasformacion de la nueva generación de energía	Un 8,3% de encuestados reconoce la realidad en generación electrica. El proyecto hace uso de ese desconocimiento para poder impulsar de manera positiva la propuesta.
A su parecer. Existen excesos de iluminación en las zonas comunes?	identificar factores que generan los altos consumos de energía	el 66,7% de los residentes estan de acuerdo con que la iluminación es un actor que genera un alto valor en el recibo de energía, y esto se debe a que las tecnologias que se han desarrollado en estos años son más eficiente, que las actuales instaladas
Considera importante que las áreas comunes deben tener luz?	se requiere saber la importancia de la iluminacion dentro de las áreas comunes	El 50% de los encuestados considera que no es necesario tener este servicio las 24 horas, por lo que este factor podría ser mitigado con sensores capaces de ahorrar el consumo energético, permitiendo mayor eficiencia del sistema fotovoltaico a implementar.
Conoce usted o ha escuhado de diseños de sistemas energia fotvoltaico en Colombia?	Saber si existe competencia para nuestra propuesta a nivel nacional .	El 54,2 ha escudado de diseños fotovoltaicos de la competencia, por tanto, los canales de comercialización es una prioridad del proyecto

Fuente: Autores

9.1.5 FACTOR PRECIO

En este ítem se establecen preguntas dirigidas a indagar por el valor que estaría dispuesto a pagar una vivienda por un proyecto de energía fotovoltaica. (Ver Ilustración 61)

Ilustración 61 Factor Precio

PREGUNTA	PARA QUE?	RESUMEN
Tiene idea de cual es el valor de instalación de un sistema solar en un hogar?	Saber si estan conscientes del costo de la implementación de un sistema y en que rango de dinero estan dispuestos a pagar	El 41,7% esta dispuesto a pagar un estimado que va desde $ 500.001 hasta $ 4'500.000, el 20,8% esta en un rango de 4'500.000 a 8'000.000. La proyección del costo de la implementación del proyecto es de $ 105'575.230, por lo que la mayoria de residentes estaria en capacidad y dispuestos a asumirlo.
Cuanto estaria dispuesto a pagar por un sistema de energia solar?		
Tiene idea de cual es el valor para un diseño de un sistema de energia fotovoltaico en un hogar?	Saber si estan conscientes del costo de un diseño para un sistema de energía fotovoltaico y en que rango de dinero estan dispuestos a pagar	El 20,8% esta dispuesto a pagar un estimado que va desde $ 500.001 hasta $ 4'500.000, el 16,7% esta de acuerdo en pagar más de 8'000.000. La proyección del costo del dimensionamiento e implementación del proyecto es de $ 105'575.230 con equipos y recursos humanos con alta calidad, por lo que la mayoria de residentes estaria en capacidad y dispuestos a asumirlo.
Cuanto estaria dispuesto a pagar por un diseño para un sistema de energia fotovoltaico?		
Que tanto estaría dispuesto a pagar por un producto de calidad? Califique de 1 a 5, siendo 1 el valor más bajo y 5 el más alto		

Fuente: Autores

9.1.6 FACTOR CANALES DE DISTRIBUCIÓN

Los medios que están disponibles para llevar a cabo labores de publicidad no siempre son efectivos en su mayoría, por ende, se hace necesario conocer a través de los habitantes del Conjunto que canales de distribución son más significativos. (Ver Ilustración 62)

Ilustración 62 Factores Canales de Comercialización

PREGUNTA	PARA QUE?	RESUMEN
Que medios de comunicación considera obsoletos al momento de comercializar un producto?	Para identificar que canales no usar para la comercialización del proyecto	El resultado de la encuesta manifieta un 72% aproximadamente de unanimidad en cuanto a la obsolesencia de los medios fisicos como volantes y periodicos para comercializar un producto. El proyecto empeña sus esfuerzos para tener la publicidad digital en su mayoria.
Por cual medio de comunicación ha visto anuncios de paneles solares de empresas nacionales?	conocer el medio apropiado de divulgación	La mayoria de residentes afirman que los medios por los cuales han visto la distribución de productos es por medios digitales, por lo cual el proyecto adopta el comercio electronico
Tiene acceso a internet?	Conocer si el medio digital es buena opción en la comunidad que se quiere implementar el proyecto	Hoy en día la gran parte de la población posee redes sociales para su entretenimiento. Los residentes en su totalidad poseen la herramienta.
Ha visto publicidad de paneles solares de empresas extranjeras, por que medio?	Conocer si la competencia hace uso recurrente del medio digital para su publicidad	La competencia segun la percepción de los resultados de la encuesta demuestra que los canales de comercialización de la competencia en medios digitales es baja. Por tanto para el proyecto es una fortaleza hacer uso de lo que se conoce como E-commerce.
Por cual medio le gustaria comprar o adquirir el servicio?	saber la tendencia de los residente en cuanto al medio por el cual les gustaria recibir información	La tendencia en su mayoria se encuentra ubicada en el internet.

Fuente: Autores

9.1.7 FACTOR ESTRATÉGIA DE COMERCIALIZACIÓN

Se busca conocer que intereses tienen los usuarios, para así mismo generar estrategias que vayan acorde a los intereses colectivos. (Ver Ilustración 63)

Ilustración 63 Factor Estrategia de Comercialización

PREGUNTA	PARA QUE?	RESUMEN
Por cual medio prefiere ser informado acerca de lo relacionado con energía solar?	conocer el medio apropiado de divulgación	La mayoria de residentes afirman que los medios por los cuales han visto la distribución de productos es por los digitales, por lo cual el proyecto adopta el comercio electronico
Por que valor promedio mensual llega su factura de energía?	Establecer un rango de costo, que permite tener un punto de partida para poder ofertar el proyecto de acuerdo a esos rangos.	El 80% de los encuestados manifiesta que por zonas comunes se paga un valor de más de $3'000.000 mensual. Para lo cual se propone mediante el proyecto un ahorro de $1'254.101 por mes y 3 escenarios para financiar la propuesta.
La importancia de los sistemas de energía fotovoltaica se debe a ?	saber que sobre que opción programada se inclinan más	El 66,7 % afirma que la importancia de estos proyecto es en pro del ambiente, lo cual permite establcer una conexón con los residentes dandoles a conocer las bondades que tiene hacia el medio ambiente
Conoce usted los beneficios tributarios que da el gobierno nacional a aquellos que implementen sistemas de energia fotovoltaica?	Establecer si es viable fortalecer la divulgación de los beneficios que da el gobierno a este tipo de proyectos	El 66,7% de los encuestados no conocen los beneficiso, por eso es un fuerte estrategico para la aceptación del proyecto.
Quisiera encontrar productos y/o servicios de energia solar en black Friday?	Estudiar en que manera se potencializan las ventas de los proyectos de energía fotovoltaica	El proyecto tiene alianzas corporativas que podrían llegar a beneficiar economicamente los costos de adquisición de productos. con el fin de participar comercialmente los famosos días de black Friday.

Fuente: Autores

9.2 MATRIZ AMBIENTAL

A continuación, se relaciona la matriz de impacto ambiental. (Ver Ilustración 64, 65 Y 66)

Ilustración 64 Matriz ambiental 1era Parte

Proceso	AREA	Actividad	Tarea	Área de trabajo	Regularidad
Gerencia Administrativa	COMERCIAL, INGENIERIA, CONTABLE	LABORES ADMINISTRATIVAS	Uso de los computadores Elaborar informes Trabajo de escritorio Utilizar la impresora	Oficina	Normal
	TÉCNICA	LABORES TÉCNICAS	Instalación de redes electricas y sistema fotovoltaico	En campo	Normal

Fuente: Autores

Ilustración 65 Matriz Ambiental 2da Parte

Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Identificación del Recurso	Exigencia del Requisito Legal	Tipo de Impacto
Generación de residuos aprovechables (papel, cartón, plástico, metal, vidrio, orgánicos)	Contaminación del recurso suelo	Suelo	* Decreto 2811 de 1974, Artículo 34, 36 y 74 * Ley 9 de 1979, Artículo 28 * Decreto 1140 de 2003, Artículo 1	Negativo (-)
	Sobrepresión del relleno sanitario	Suelo	* Decreto 2811 de 1974, Artículo 34, 36 y 74 * Ley 9 de 1979, Artículo 28 * Decreto 1140 de 2003, Artículo 1	Negativo (-)
Generación de ruido por alarmas, perifoneos o alto parlantes	Contaminación del recurso suelo	Suelo	* Decreto 2811 de 1974 Art 34,36.	Negativo (-)
	Sobrepresión del relleno sanitario	Suelo	* Decreto 2811 de 1974, Artículo 34, 36 y 74 * Ley 9 de 1979, Artículo 28 * Decreto 1140 de 2003, Artículo 1	Negativo (-)
Consumo de energía eléctrica	Agotamiento de los recursos naturales	Todos	* Ley 697 de 2001 Artículo 1, 2 y 3. * Decreto 3450 de 2008, Artículo 1. * Decreto 895 de 2008, Artículo 3 * Decreto 3683 de 2003, Artículo 21	Negativo (-)
				Negativo (-)
Generación de residuos no aprovechables (empaques con trazas de comida, mugre de barrido, bandejas de icopor, cartón y papel contaminado, envases y objetos metálicos contaminados, plástico contaminado)	Contaminación del recurso	Suelo	* Decreto 2811 de 1974 Art 34,36.	Negativo (-)
	Sobrepresión del relleno sanitario	Suelo	* Decreto 2811 de 1974, Artículo 34, 36 y 74 * Ley 9 de 1979, Artículo 28 * Decreto 1140 de 2003, Artículo 1	Negativo (-)
Consumos de agua	Agotamiento de los recursos naturales	Todos	* Resolución 3957 de 2009, Artículos 5,8,9,22 y 23. * Decreto 3930 de 2010 * Resolución 1188 de 2003	Negativo (-)
Vertimientos domésticos con descargas en el alcantarillado	Contaminación del recurso agua	Agua	* Ley 9 de 1979 Artículo 10 * Resolución 3957 de 2009, Artículos 5,8,9,22 y 23. * Decreto 3930 de 2010 * Resolución 1188 de 2003	Negativo (-)
Generación de residuos aprovechables (papel, cartón, plástico, metal, vidrio, orgánicos)	Contaminación del recurso suelo	Suelo	* Decreto 2811 de 1974, Artículo 34, 36 y 74 * Ley 9 de 1979, Artículo 28 * Decreto 1140 de 2003, Artículo 1	Negativo (-)
	Sobrepresión del relleno sanitario	Suelo	* Decreto 2811 de 1974, Artículo 34, 36 y 74 * Ley 9 de 1979, Artículo 28 * Decreto 1140 de 2003, Artículo 1	Negativo (-)
Generación de residuos no aprovechables (empaques con trazas de comida, mugre de barrido, bandejas de icopor, cartón y papel contaminado, envases y objetos metálicos contaminados, plástico contaminado)	Contaminación del recurso	Suelo	* Decreto 2811 de 1974 Art 34,36.	Negativo (-)
	Sobrepresión del relleno sanitario	Suelo	* Decreto 2811 de 1974, Artículo 34, 36 y 74 * Ley 9 de 1979, Artículo 28 * Decreto 1140 de 2003, Artículo 1	Negativo (-)
Generación de energia solar	Reducción de contaminación atmosferica	Aire	Ley 1715 del 2014	Positivo (+)
	Aliciente del recurso hidrico	Agua		Positivo (+)

Fuente: Autores

Ilustración 66 Matriz ambiental 3ra Parte

Alcance	Probabilidad	Duración	Recuperabilidad	Cantidad	Normatividad	Valoración del Impacto Ambiental (I = A*P*D*R*C*N)	Rango de Importancia	Significativo/No Significativo	Control Operacional
1	10	10	5	5	10	25000	Baja	No Significativo	IMPLEMENTAR EL PROGRAMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS
1	10	10	5	5	10	25000	Baja	No Significativo	IMPLEMENTAR EL PROGRAMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS
1	10	10	10	5	10	50000	Baja	No Significativo	IMPLEMENTAR EL PROGRAMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS
1	10	10	10	5	10	50000	Baja	No Significativo	IMPLEMENTAR EL PROGRAMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS
1	10	10	10	10	10	100000	Moderada	No Significativo	IMPLEMENTAR EL PROGRAMA DE USO EFICIENTE DE ENERGÍA
						0	Baja	No Significativo	IMPLEMENTAR EL PROGRAMA DE USO EFICIENTE DE
1	10	10	10	5	10	50000	Baja	No Significativo	IMPLEMENTAR EL PROGRAMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE
1	10	10	5	5	10	25000	Baja	No Significativo	IMPLEMENTAR EL PROGRAMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS
1	10	10	10	5	10	50000	Baja	No Significativo	IMPLEMENTAR EL PROGRAMA DE USO EFICIENTE DEL AGUA
1	10	10	10	5	10	50000	Baja	No Significativo	IMPLEMENTAR EL PROGRAMA DE USO EFICIENTE DEL AGUA
1	10	10	5	5	10	25000	Baja	No Significativo	IMPLEMENTAR EL PROGRAMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS
1	10	10	5	5	10	25000	Baja	No Significativo	IMPLEMENTAR EL PROGRAMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS
1	10	10	10	5	10	50000	Baja	No Significativo	IMPLEMENTAR EL PROGRAMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE
1	10	10	5	5	10	25000	Baja	No Significativo	IMPLEMENTAR EL PROGRAMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS
5	10	10	10	10	10	500000	Moderada	Significativo	DATAER LA CANTIDAD DE CO2 QUE SE REDUCE CON LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO
10	10	10	10	10	10	1000000	Moderada	Significativo	

Fuente: Autores

9.3 RECOMENDACIONES PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO.

La ejecución del proyecto es cuando la planificación del proyecto se pone en acción y las tareas y los entregables se controlan para garantizar que el proyecto tenga éxito. El seguimiento y monitoreo de cada elemento del proyecto una vez que se inicia puede marcar la diferencia entre si se hunde o nada. Según Project Management Institute, las métricas que indican si un proyecto tendrá éxito se reducen a mantenerse dentro del presupuesto, entregar las tareas a tiempo y no ser víctimas de la filtración del alcance. (teamwork, 2020)

Teniendo en cuenta lo anterior se debe llevar a cabo una planificación de la ejecución, de la siguiente manera:

9.3.1 COMENZAR CON UNA REUNIÓN DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO

Se deberá organizar una reunión donde se encuentren los involucrados en el proyecto, desde las partes interesadas hasta los diseñadores, para tener la oportunidad de discutir cualquier problema o inquietud que se tengan del proyecto.

9.3.2 SUPERVISAR Y CONTROLAR LOS POSIBLES RIESGOS

Ningún proyecto estará libre de riesgos, no importa cuánto se planee. Es exactamente por eso que debe esperar que ocurran riesgos y se deberá de tener una medida para mitigar si llegan a ocurrir.

9.3.2.1 RIESGOS INTERNOS

Los riesgos internos se describen a continuación:

- Que los materiales escogidos no cuenten con un certificado de conformidad RETIE.
- Que el área disponible sea menor que el área requerida.

- Que no existan una reserva dentro de los tableros para hacer la integración del sistema fotovoltaico.
- Que el personal cuente con certificado de trabajo de alturas y cuenten con su respectivo ARL.
- Que la tasa de retorno de la inversión sea menor que la inversión inicial.

Los riesgos se mitigarán de la siguiente forma:

- A la hora de construir el proyecto, se deberá de preguntar a cada fabricante si ellos tienen el certificado de conformidad de producto RETIE y solicitarlo.
- Dentro del diseño se contempla el área que tiene los paneles solares y el área disponible de la cubierta.
- Si no llega a existir una reserva dentro de los tableros de zonas comunes, se deberá de instalar un tablero de acople que permita la integración de ambos sistemas eléctricos.
- Se deberá de corroborar que el personal que ejecutará el proyecto a futuro sea competente en el trabajo de alturas para minimizar dichos riesgos, adicional, corroborar que cuenten con el nivel requerido de ARL para la ejecución del proyecto.
- Sí la tasa de inversión es menor que la inversión inicial, se puede negociar la tasa de oportunidad del inversionista para la viabilidad del proyecto, además, se puede replicar el modelo a las 17 torres existentes, ya que el proyecto será ubicado en una sola torre.

9.3.2.2 RIESGOS EXTERNOS

Los riesgos externos se determinaron mediante el marco de análisis situacional PESTEL como lo muestra la tabla 31.

Tabla 31 Riesgos Externos

Riesgos externos	
Políticos	Políticas que afecten al comercio internacional e importaciones en el país
Económicos	Situación económica del país, aumento o recesión del producto interno bruto (PIB), impuestos, nivel de inflación de Colombia.
Social	Mala percepción de la confiabilidad en el suministro de energías con fuentes no convencionales
Tecnológico	Nuevas tecnologías que sean más eficientes que las propuestas dentro del proyecto.
Ambientales	Posible afectación al hábitat de las especies cercanas
Legal	Normativa nueva que afecte los beneficios tributarios y excepciones de impuestos existentes en la actualidad

Fuente: propia

De acuerdo con el análisis PESTEL se determina que los riesgos imposibles de mitigar serán los políticos, económicos y legales, ya que depende directamente de la nación; los riesgos sociales serán mitigados, debido a que el sistema solar será on Grid, lo que significa que estará conectado directamente a la red, por lo que el Conjunto Residencial en ningún momento quedará sin energía durante el día; los riesgos tecnológicos, se pueden mitigar haciendo una comparación con la nueva tecnología y determinando si la viabilidad de rediseñar la propuesta inicial; Los riesgos ambientales son nulos para el proyecto, ya que en las cercanías no existe ningún hábitat que puede ser vulnerado con la ejecución del proyecto.

9.3.2.2.1 GESTIONAR TODO EN TIEMPO REAL

No hay forma de entregar un proyecto a tiempo si no está siguiendo su progreso. Se recomienda realizar reuniones de progreso semanales, quincenales o mensuales, donde se pueda dialogar sobre los cronogramas, el progreso, los hitos y los problemas potenciales del proyecto.

9.3.2.2.2 VERIFICAR TODO ANTES DE QUE SE ENTREGUE EL PROYECTO.

Como paso final se deberá verificar y corroborar el alcance contratado con lo ejecutado, se recomienda que se entreguen los siguientes documentos:

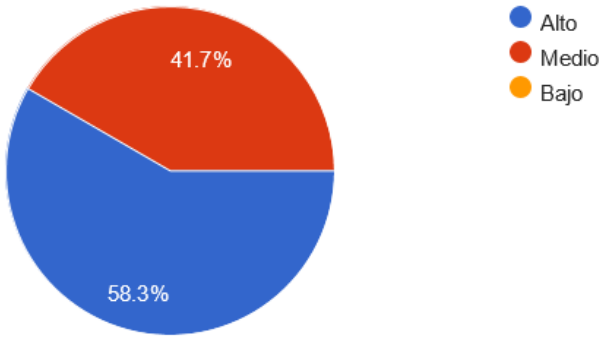
- Diseños aprobados por el operador de red del proyecto.
- Certificado de conformidad del proyecto RETIE.

Ya que ellos serán los encargados de avalar el proyecto de acuerdo con los lineamientos técnicos del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas y las normas Codensa.

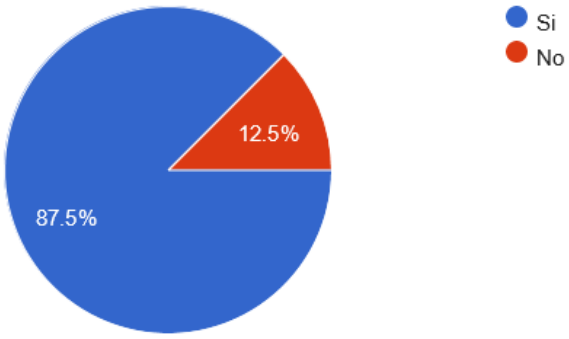
9.4 RESULTADOS ENCUESTA



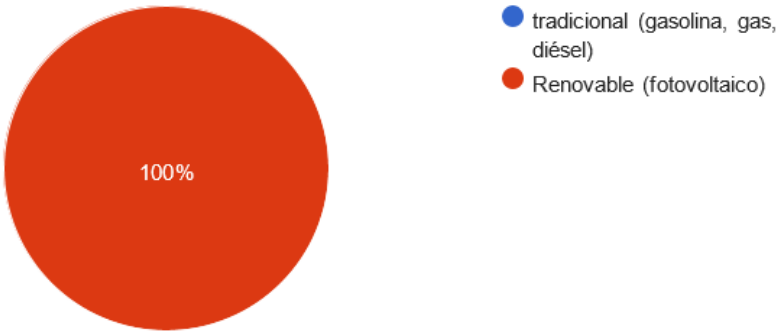
Que tan comprometido se siente con el medio ambiente para ayudar a disminuir el calentamiento global?



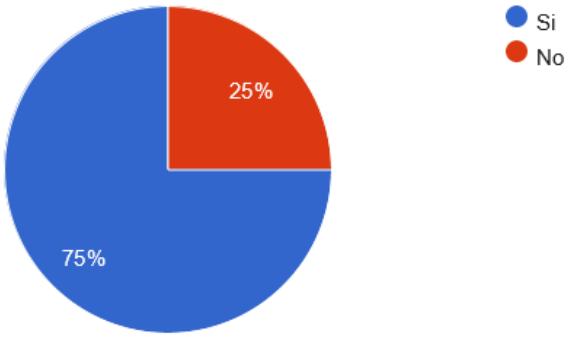
Cree usted que la implementación de un sistema fotovoltaico en la construcción de los conjuntos impulsaría las ventas?

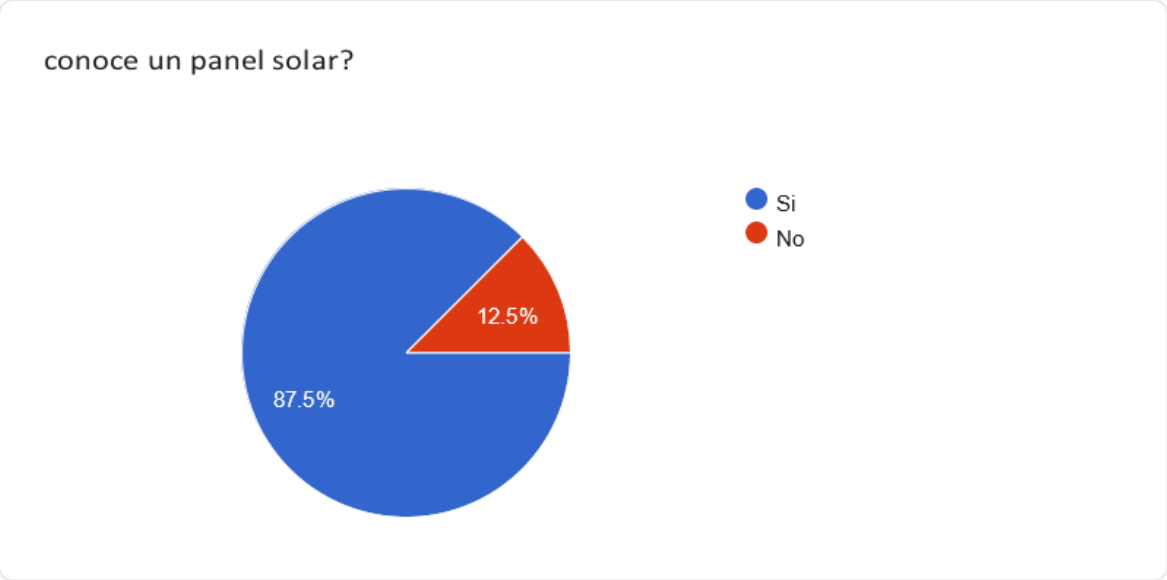


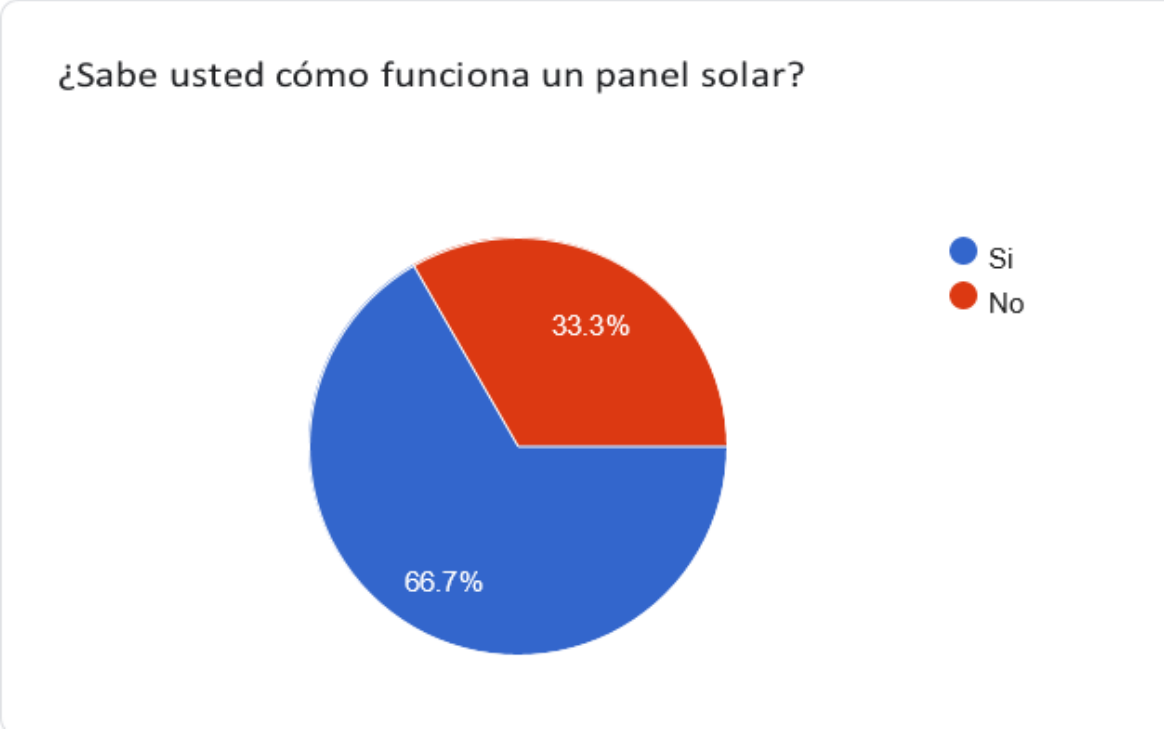
si tuviera la oportunidad de tener un sistema de energía alterno, por cual optaría?



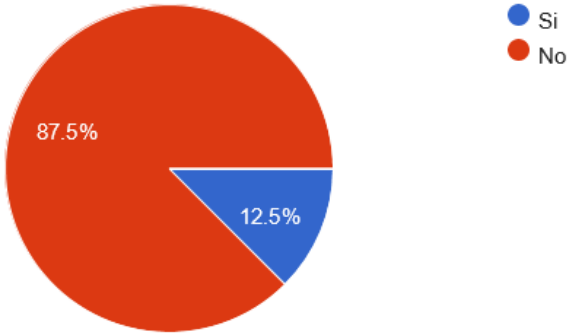
¿Está satisfecho con el servicio de energía tradicional (energía eléctrica)?



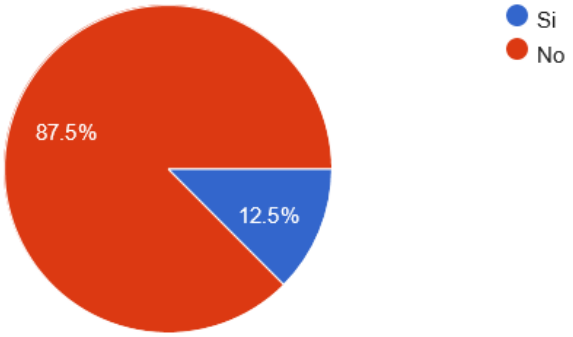

conoce un panel solar?
Si
No
12.5%
87.5%

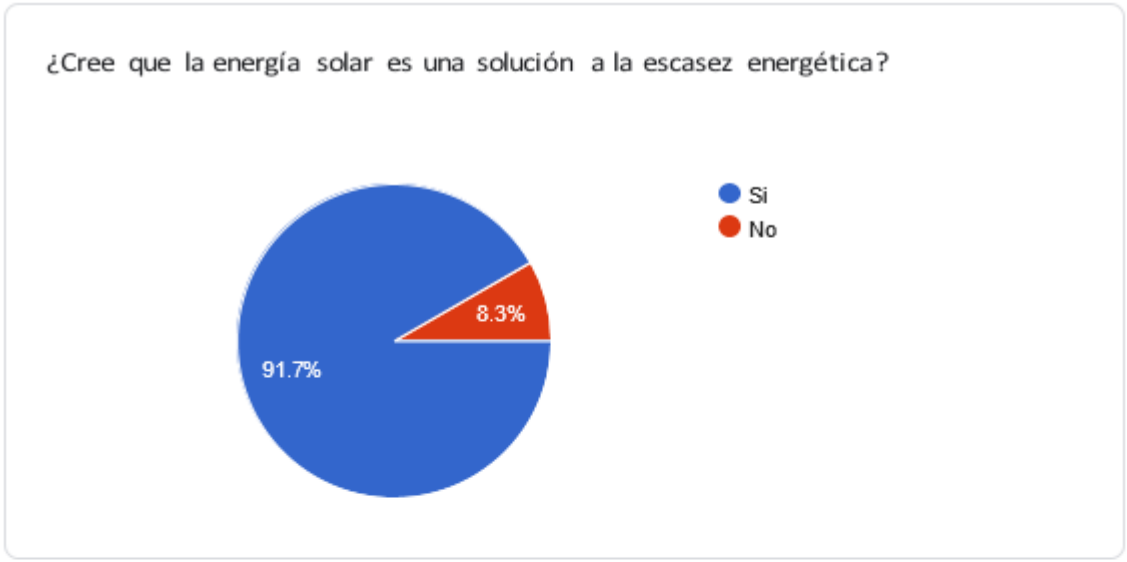

¿Sabe usted cómo funciona un panel solar?
Si
No
33.3%
66.7%

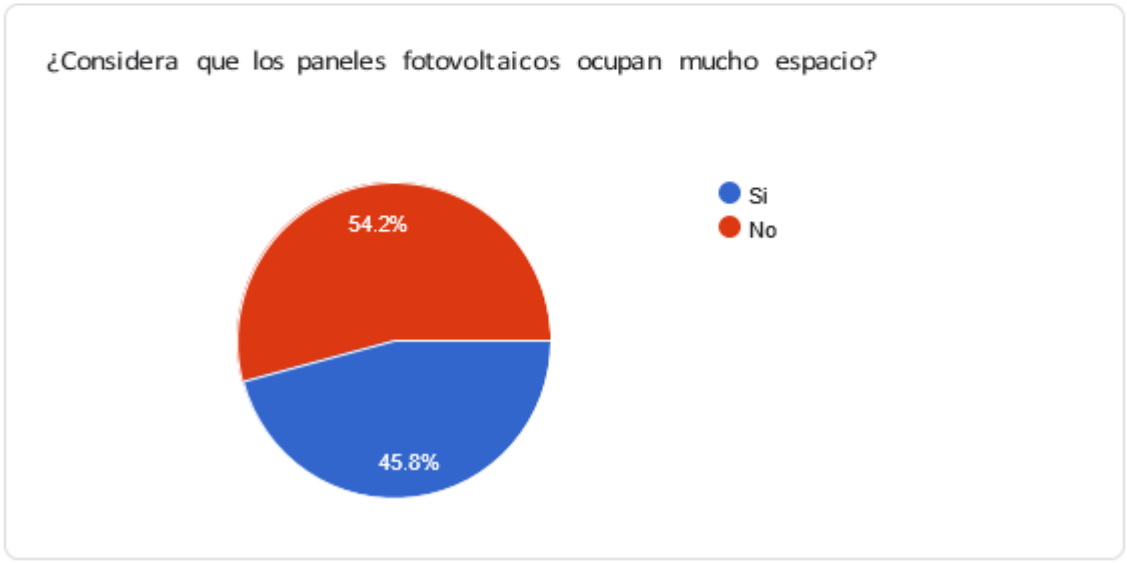
¿Sabe si su mantenimiento es complicado?

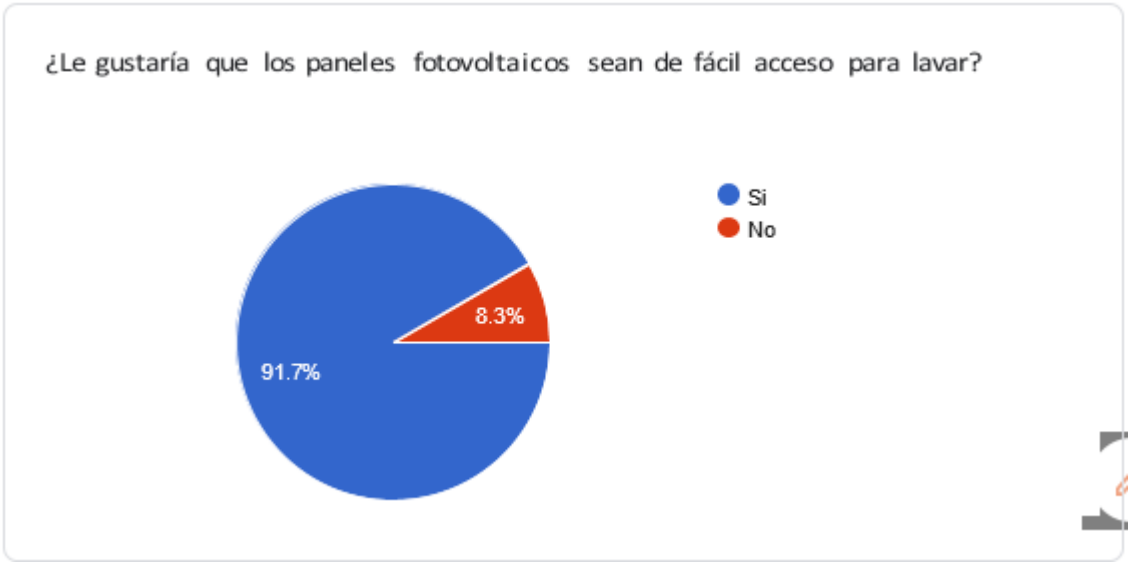


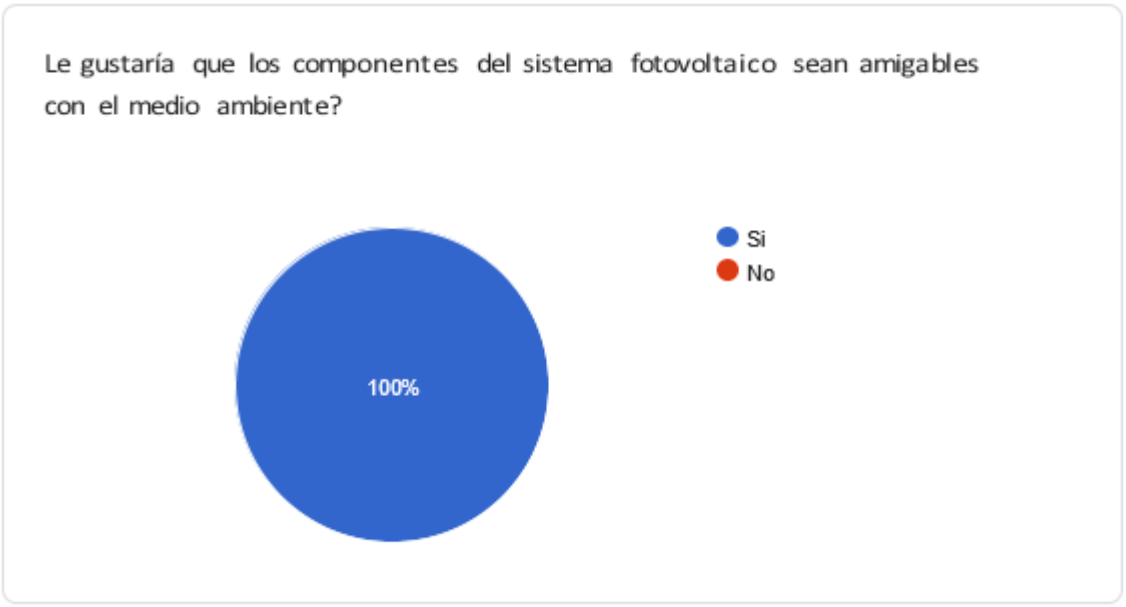
Considera de alguna manera que la instalación de un sistema de energía solar es riesgoso para la continuidad eléctrica?

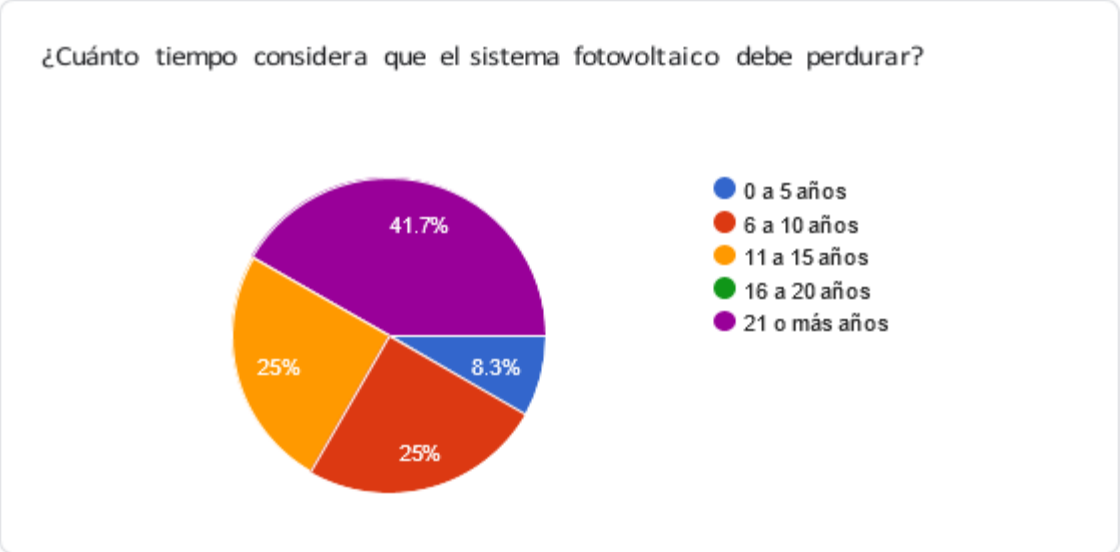



¿Cree que la energía solar es una solución a la escasez energética?
Si
No
8.3%
91.7%

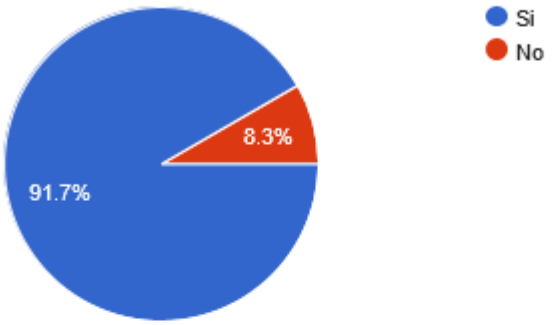

¿Considera que los paneles fotovoltaicos ocupan mucho espacio?
Si
No
54.2%
45.8%


¿Le gustaría que los paneles fotovoltaicos sean de fácil acceso para lavar?
Si
No
8.3%
91.7%

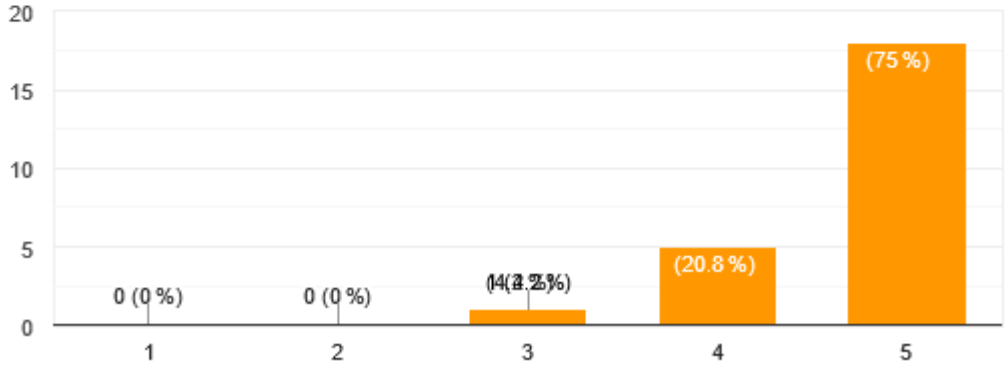

Le gustaría que los componentes del sistema fotovoltaico sean amigables con el medio ambiente?
Si
No
100%


¿Cuánto tiempo considera que el sistema fotovoltaico debe perdurar?
41.7%
25%
8.3%
25%
0 a 5 años
6 a 10 años
11 a 15 años
16 a 20 años
21 o más años

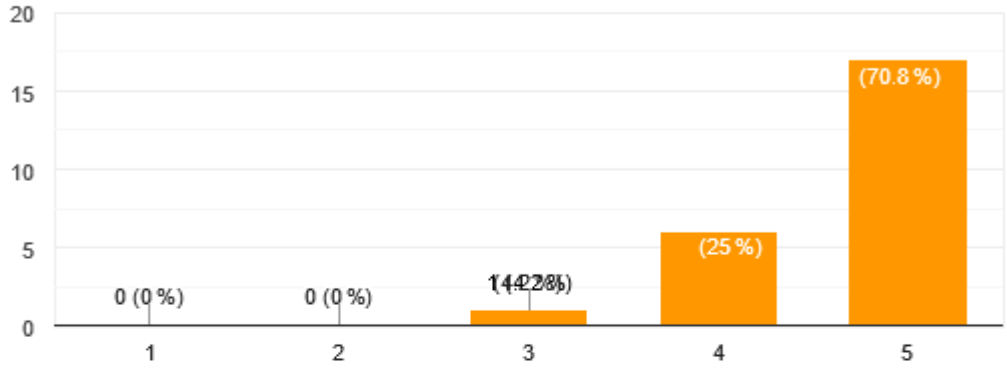
Le gustaría precisar un diseño de sistema de energía fotovoltaico para su domicilio?



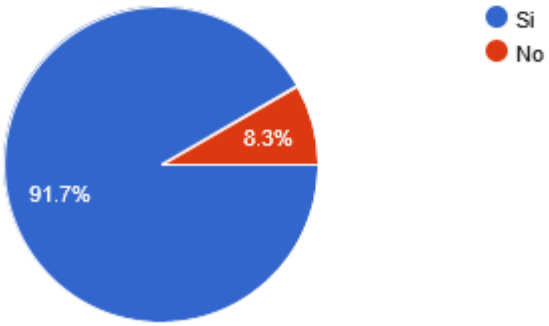
Que tan importantes es la calidad del servicio o producto?. Califique de 1 a 5, siendo 1 el valor más bajo y 5 el más alto



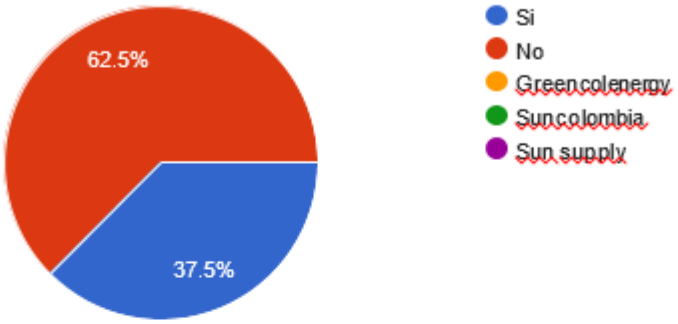
Que tan importantes es para usted el servicio post venta? Califique de 1 a 5, siendo 1 el valor más bajo y 5 el más alto



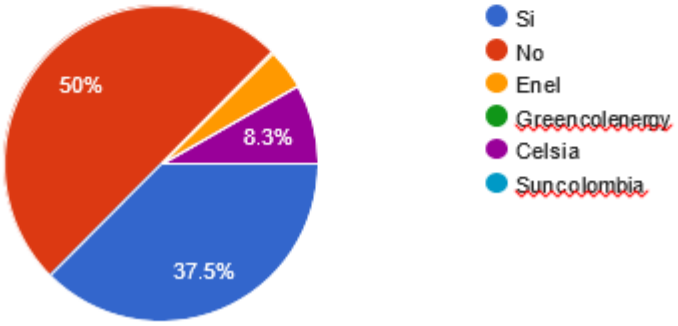
Piensa usted que la inversión de un sistema fotovoltaico ayudara a su economía personal?



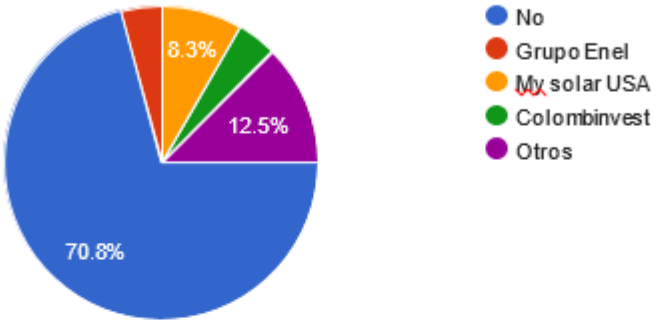
¿Ha escuchado de alguna empresa colombiana que venda paneles solares?



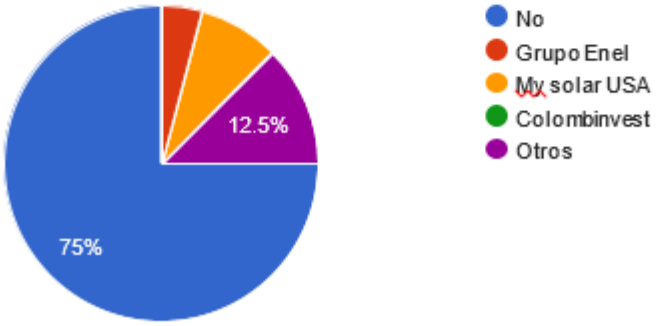
Sabe usted si hay empresas nacionales que hagan propuestas para la implementación de sistemas solares?



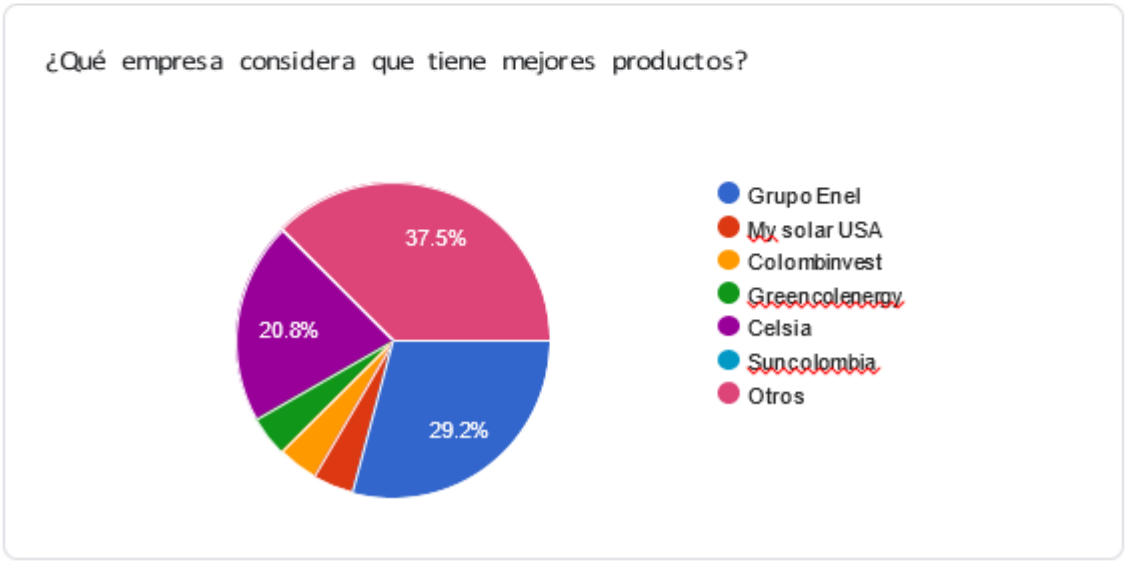
Ha escuchado de alguna empresa extranjera que venda paneles solares en Colombia?



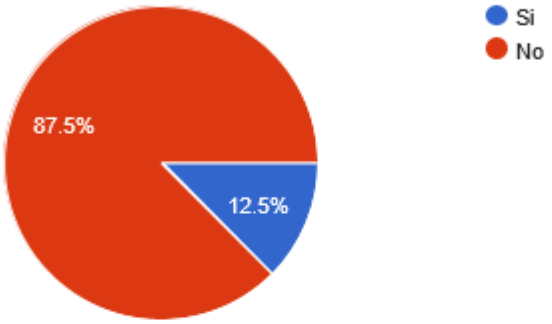
Ha escuchado de alguna empresa extranjera que haya implementado sistemas de energía fotovoltaica en Colombia?



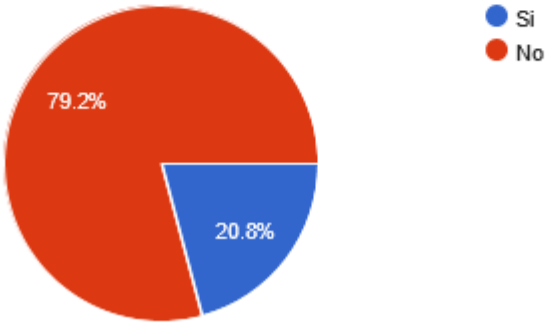

¿Ha escuchado de proyectos solares implementados en el país?
20.8%
79.2%
Si
No


¿Qué empresa considera que tiene mejores productos?
37.5%
20.8%
29.2%
Grupo Enel
My solar USA
Colombinvest
Greencolenergy
Celsia
Suncolombia
Otros

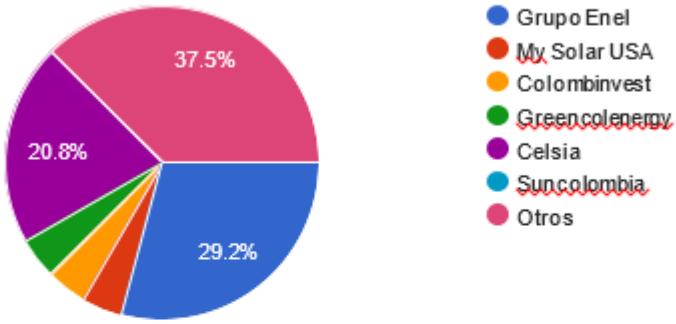
¿Considera que hay suficiente variedad de productos fotovoltaicos en el mercado?



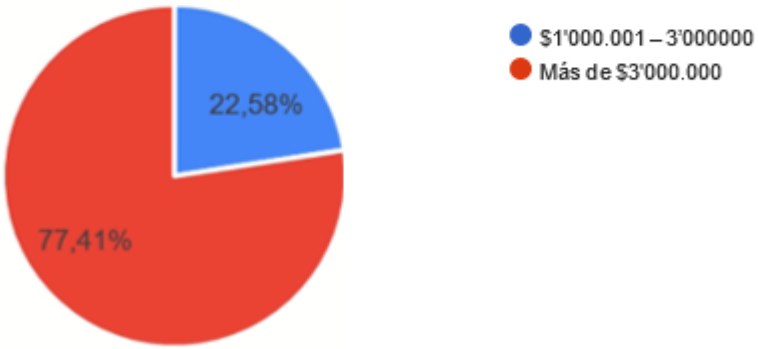
Considera que hay suficientes empresas diseñando sistemas fotovoltaicos en el mercado?

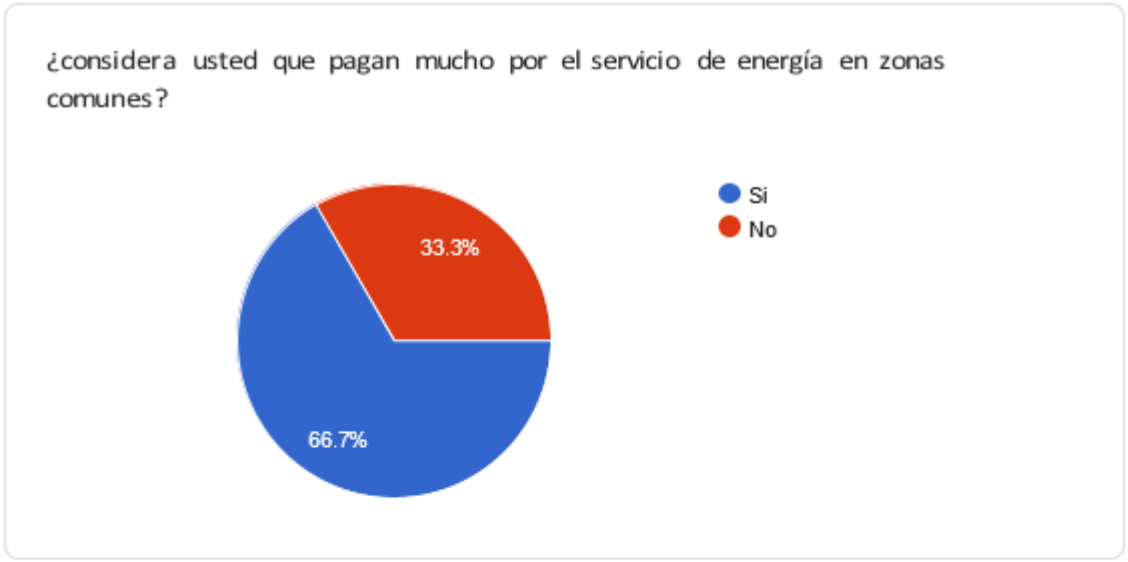


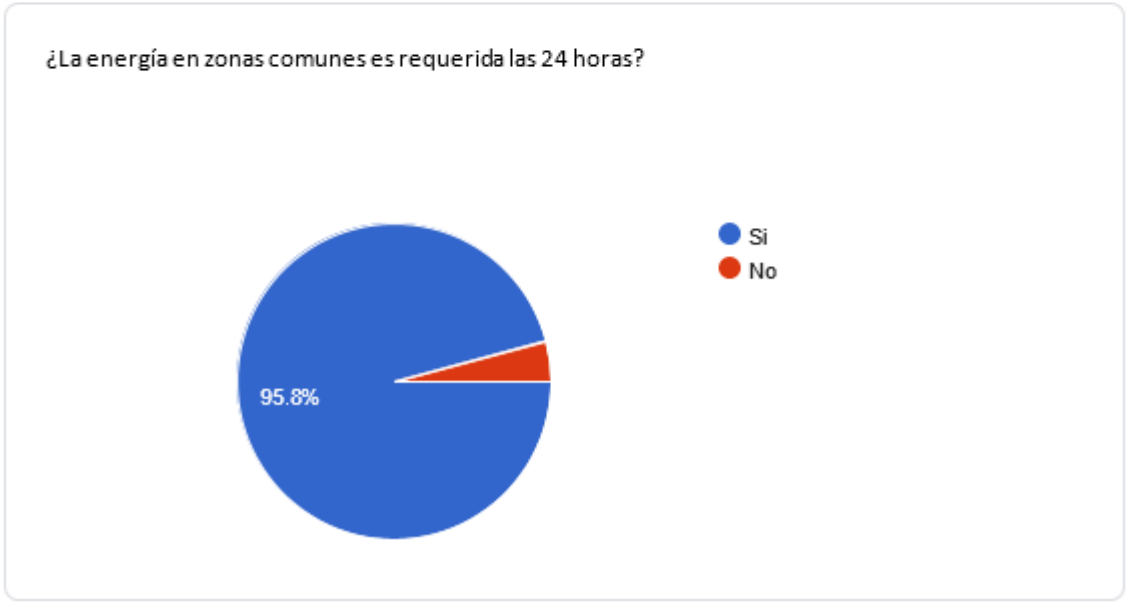
¿Qué empresa considera que hace mejores diseños de sistemas fotovoltaicos?



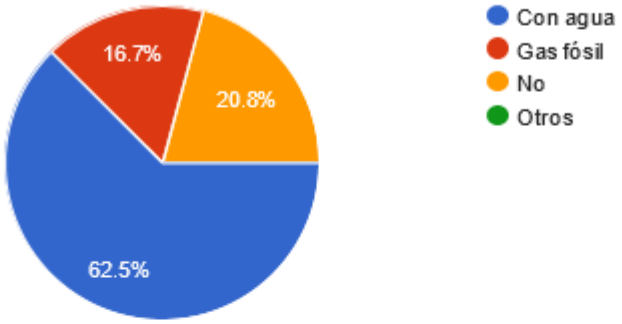
¿Cuánto se paga por el consumo de energía en áreas comunes?



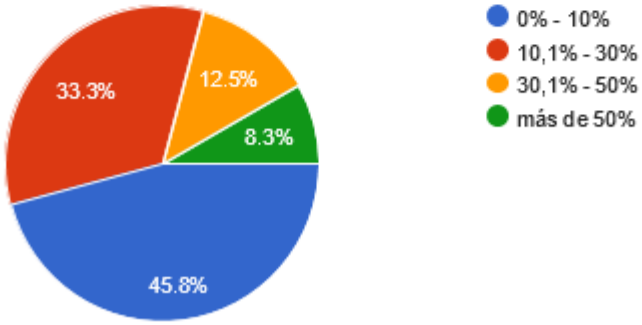

¿considera usted que pagan mucho por el servicio de energía en zonas comunes?
33.3%
66.7%
Si
No

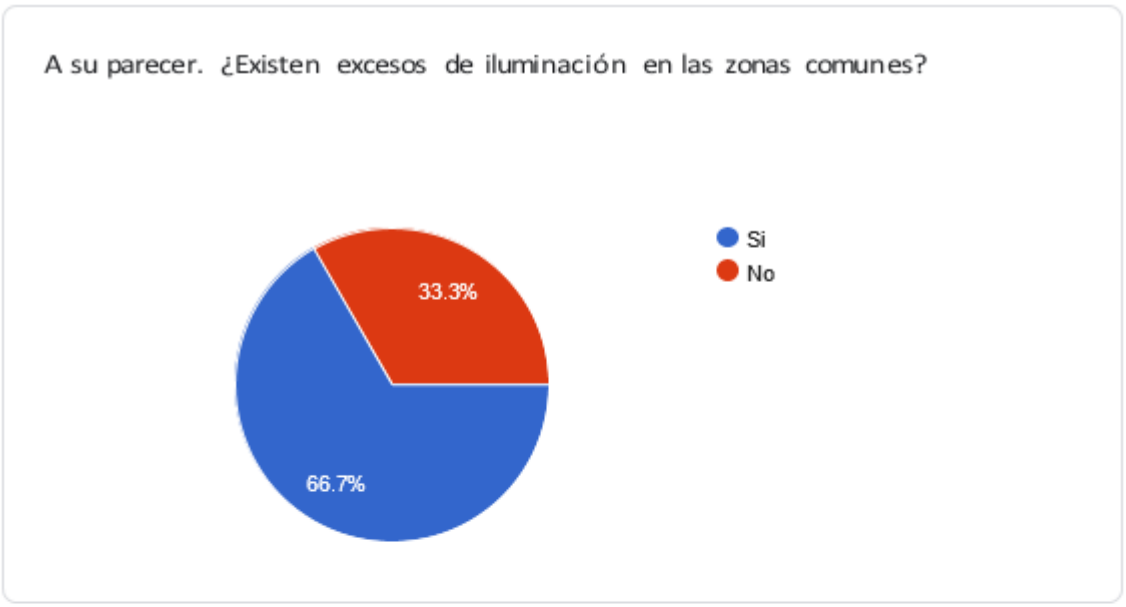

¿La energía en zonas comunes es requerida las 24 horas?
95.8%
Si
No

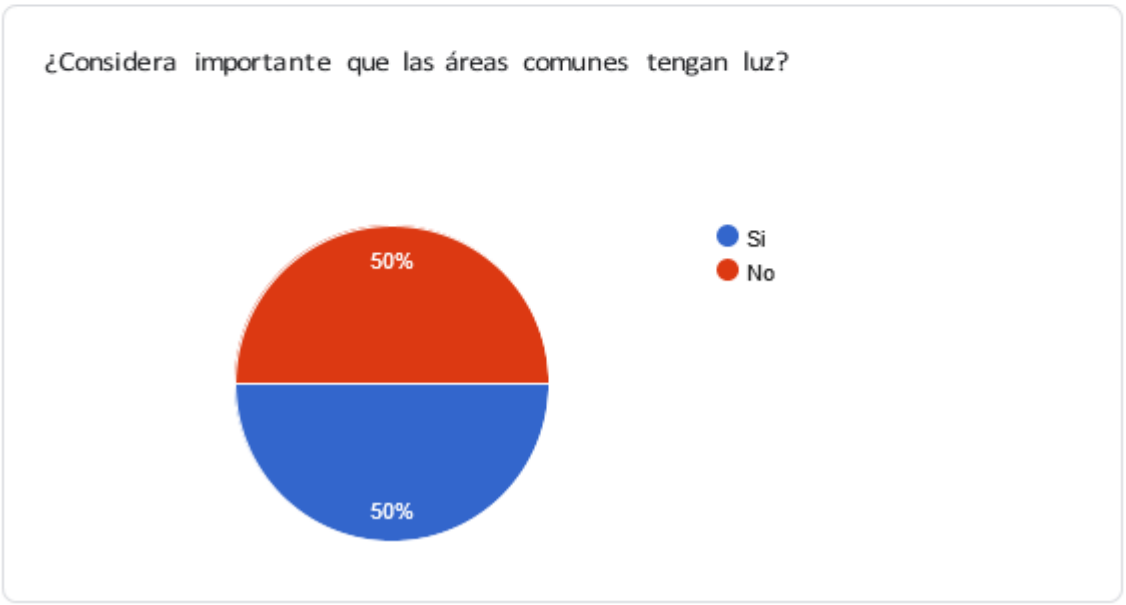
¿sabe usted cómo el país genera energía?



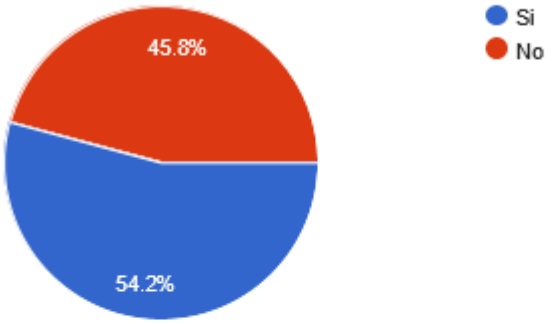
¿sabe usted qué porcentaje representa la generación de energía solar en Colombia?



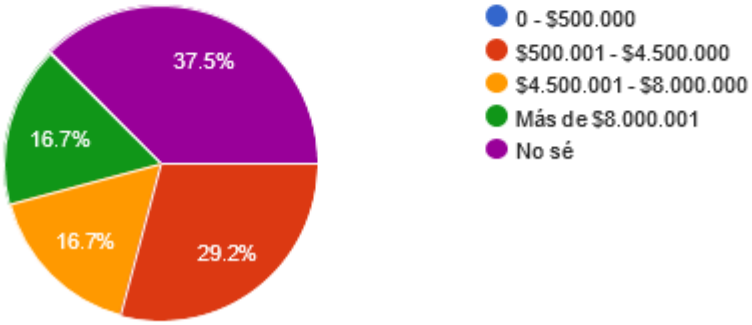

A su parecer. ¿Existen excesos de iluminación en las zonas comunes?
33.3%
66.7%
Si
No


¿Considera importante que las áreas comunes tengan luz?
50%
50%
Si
No

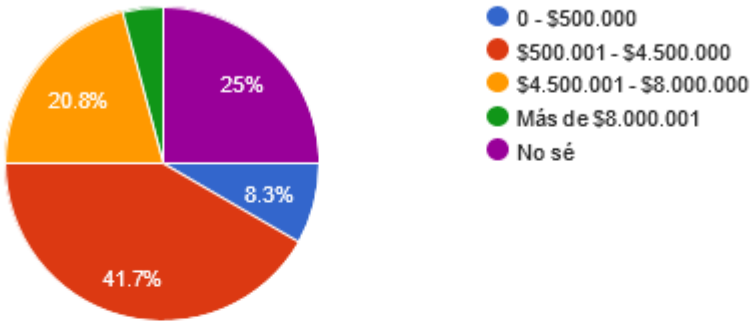
¿Conoce usted o ha escuchado de diseños de sistemas energía fotovoltaico en Colombia?



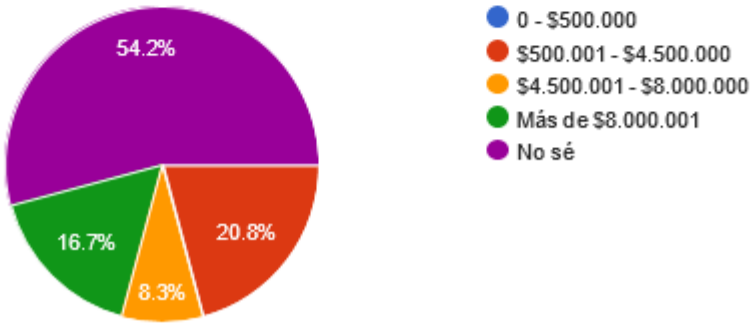
¿Tiene idea de cuál es el valor de instalación de un sistema solar en un hogar?



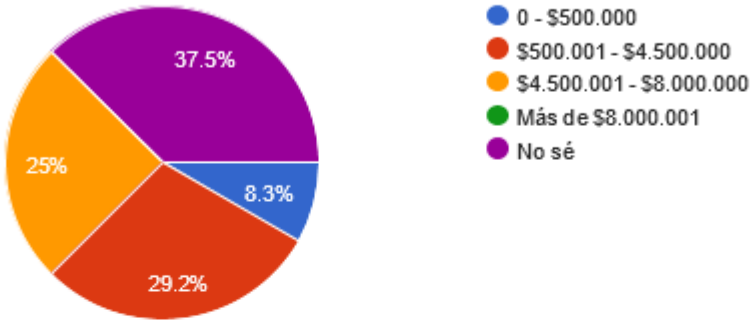
¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por un sistema de energía solar?



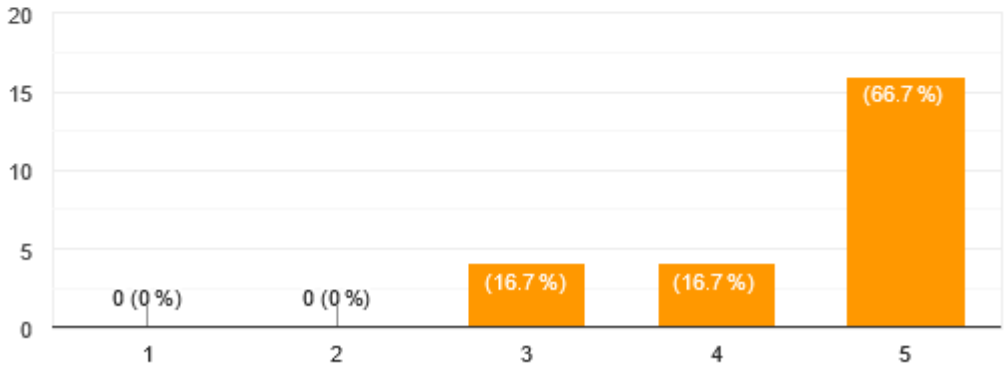
¿Tiene idea de cuál es el valor para un diseño de un sistema de energía fotovoltaico en un hogar?



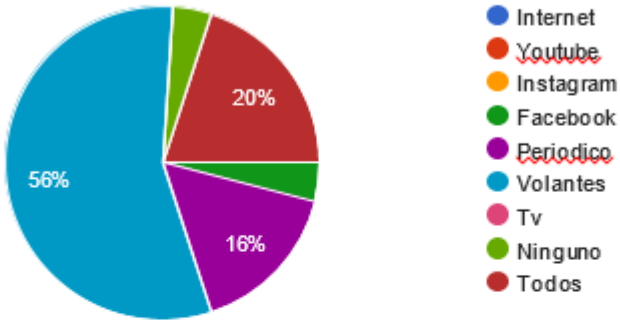
¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por un diseño para un sistema de energía fotovoltaico?



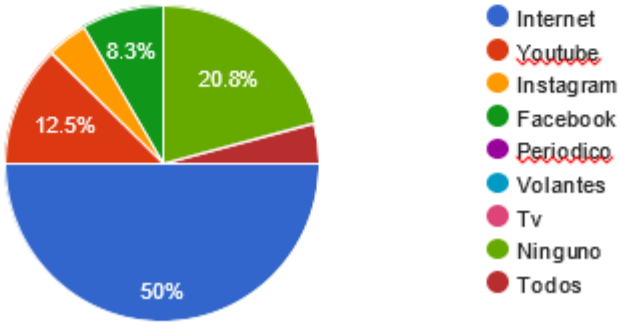
¿Qué tanto estaría dispuesto a pagar por un producto de calidad? Califique de 1 a 5, siendo 1 el valor más bajo y 5 el más alto



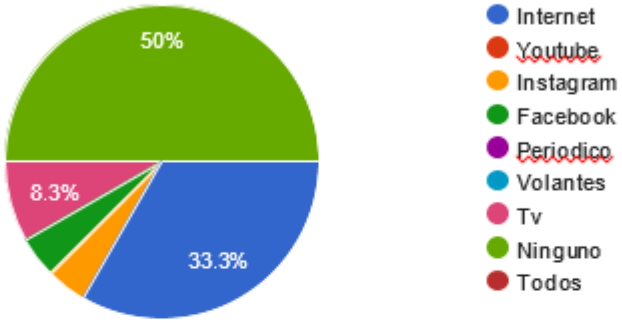
¿Qué medios de comunicación considera obsoletos al momento de comercializar un producto?



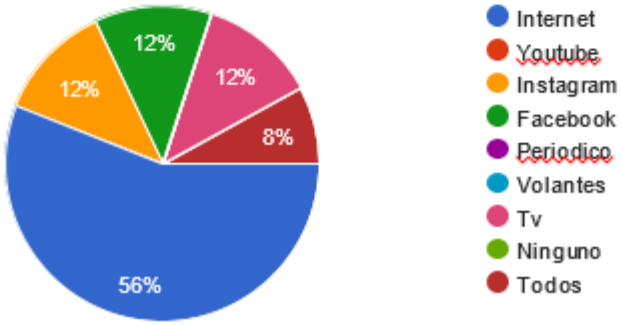
¿Por cual medio de comunicación ha visto anuncios de paneles solares de empresas nacionales?



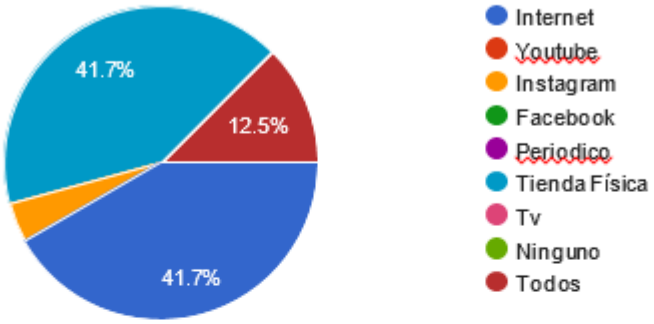
¿Ha visto publicidad de paneles solares de empresas extranjeras, por que medio?



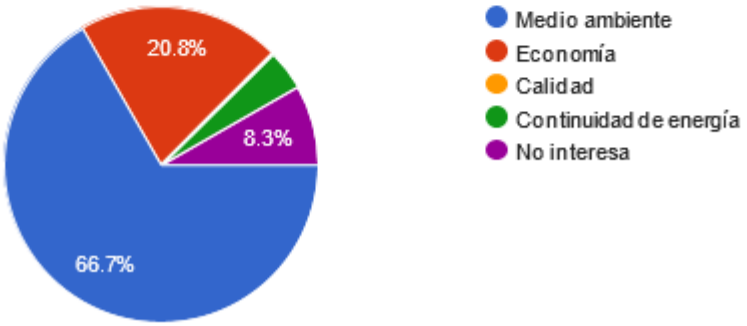
¿Por cuál medio prefiere ser informado acerca de lo relacionado con energía solar?



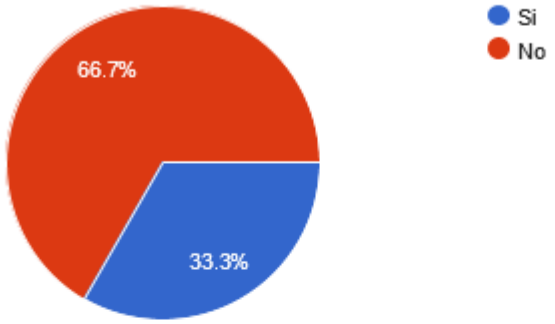
¿Por cuál medio le gustaría comprar o adquirir el servicio?



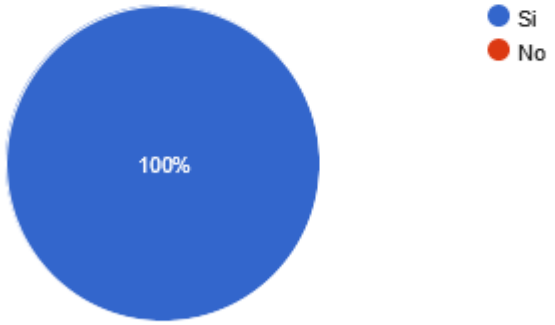
¿La importancia de los sistemas de energía fotovoltaica se debe a?



¿Conoce usted los beneficios tributarios que da el gobierno nacional a aquellos que implementen sistemas de energía fotovoltaica?



¿Quisiera encontrar productos y/o servicios de energía solar en black Friday?



Google no creó ni aprobó este contenido. Denunciar abuso - Condiciones del Servicio - Política de Privacidad

Google Formularios